அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பன்னிரெண்டு

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர்

Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto Scarborough Library

https://archive.org/details/scienceencyloped12unse

அறிவியல் களஞ்சியம்

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பன்னிரண்டு

(திசு ஒட்டு மருத்துவம் - தோற்றத்துகள்கள்)

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர்

ISBN : 81-7090-304-1

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 244

திருவள்ளுவராண்டு 2033, வைகாசி - சூன் 2002

நூல்	:	அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 12
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பேரா. எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	முனைவர் நே. ஜோசப்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	களஞ்சியம்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 2002 மறுபதிப்பு 2007
பக்கம்	:	1000
தாள்	:	எஸ்.பி.பி. சூப்பர்பைன் 60 ஜிஎஸ்எம் (16 கி)
அளவு	:	1/4 டெம்மி
நூற்கட்டுமானம்	:	முழு காலிகோ
விலை	:	**உரு. 800.00**
படிகள்	:	500
அச்சு	:	ஹேமமாலா சிண்டிகேட், சிவகாசி.

அறிவியல் களஞ்சியம்

வேந்தர்

மேதகு பி. எஸ். இராம்மோகன்ராவ்

ஆளுநர், தமிழ் நாடு

புரவலர்

மாண்புமிகு முதல்வர் டாக்டர் ஜெ. ஜெயலலிதா

தமிழ் நாடு

இணைவேந்தர்

மாண்புமிகு மு. தம்பிதுரை

கல்வி, தமிழ் வளர்ச்சி ஆட்சிமொழி

மற்றும் பண்பாட்டுத் துறை அமைச்சர், தமிழ் நாடு

துணைவேந்தர்

முனைவர் இ. சுந்தரமூர்த்தி

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்

பேராசிரியர் எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)

முனைவர் நே. ஜோசப்

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்	:	பேராசிரியர் எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	முனைவர் நே. ஜோசப் களஞ்சிய மையம் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் தஞ்சாவூர்.
ஆய்வு உதவியாளர்கள்	:	திரு த. தெய்வீகன் வேதியியல்
		முனைவர் அர. கமலதியாகராசன் முதன்மைப் பதிப்பாசிரியரின் துறை
		திரு பெ. துரைசாமி இயற்பியல், கணிதம்
		செல்வி இரா. இந்து எந்திர, மின் மற்றும் மின்னணுப் பொறியியல்
		திருமதி க. சித்ராதேவி பொதுப் பொறியியல், நிலவியல்
ஓவியர்		திரு இரெ. அன்பரசன்

நன்றியறிவிப்பு

Encyclopaedias

கலைக் களஞ்சியம்
தமிழ் வளர்ச்சிக்கழக வெளியீடு
சென்னை

McGraw-Hill Encyclopaedia of Science and Technology
McGraw-Hill Book Company
New York

Encyclopaedia Britannica
Encyclopaedia Britannica Inc
London

Encyclopaedia Americana
Americana Corporation
Danbury, Connecticut 06816

The New Caxton Encyclopaedia
The Caxton Publishing Company Ltd.
London

The Collier's Encyclopaedia
MacDonald Rain Tree Inc
Purnell Reference Books Division
Orbis Publishing Limited
London

Grzimek's Animal Life Encyclopaedia
Van Nostrand Reinhold Company
New York

The New Book of Popular Science
Grolier Inc
Danbury, Connecticut 06816

The International Wild Life Encyclopaedia
Marshall Cavendish Corporation
New York

The New Book of Knowledge
Arolier Inc
London

The Hamlyn Children's Animal World Encyclopaedia in colour
The Hamlyn Publishing Group Ltd.
London

கலைச்சொற்கள்

Scientific and Technical Terms Lists
Department of Scientific Tamil and Tamil Development
Tamil University
Thanjavur 613 005

பொறியியல் மருத்துவக் கலைச்சொற்பட்டியல்கள்

அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 001

ஜீ.ஆர். தாமோதரன்
கலைச்சொல் அகராதி
பகுதிகள் 1, 2, 3
கலைக்கதிர் வெளியீடு
கோயம்புத்தூர் 641 037

வல்லுநர்குழு

இயற்பியல்

திரு. சு. சம்பத்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியற் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 015.

முனைவர் வெ. ராதாகிருஷ்ணன்
தேர்வுநிலை விரிவுரையாளர்
சரபோஜி அரசுக் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல்

மேஜர் எம். அரவாண்டி
27, புதுக் குடியிருப்பு
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

திரு. ஏ.வி. சீனிவாசன்
முதல்வர்
ஈ.வே.ரா. அரசுக் கலைக்கல்லூரி
திருவெறும்பூர்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 013.

கால்நடை மருத்துவம்

டாக்டர் மு.சேகர்
உதவிப்பேராசிரியர்
கால்நடை ஆராய்ச்சி நிலையம்
காட்டுப்பாக்கம்
செங்கல்பட்டு - 603 203.

தாவரவியல்

முனைவர் கோ. அர்ச்சுணன்
146, நிஜாம் குடியிருப்பு
புதுக்கோட்டை - 622 001.

திரு. நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ம. இரா. அரசுக் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001.

நிலவியல்

முனைவர் ஞா. விக்டர் இராசமாணிக்கம்
நில அறிவியல் துறைத்தலைவர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

பொறியியல்

திரு. கே.ஆர். கோவிந்தன்
உதவிப் பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

திரு.செ.வை. சாம்பசிவம்
பேராசிரியர் - எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

மருத்துவம்

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
24, கோவில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010.

டாக்டர் திருமதி. தாரா ஔவை நடராசன்
சென்னை - 600 001.

வேதிப் பொறியியல்

முனைவர் எஸ். குலசேகரன்
ஆராய்ச்சியாளர்
மையத் தோல் ஆராய்ச்சிக் கழகம்
அடையாறு, சென்னை - 600 020.

முனைவர் வி. சுப்பிரமணியன்
துறைத்தலைவர்
நெசவுப் பொறியியல் துறை
அழகப்பா தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக்கழகம் சென்னை - 600 025.

முனைவர் கதிர். விசுவலிங்கம்
இணைப்பேராசிரியர்
வேதிப் பொறியியல் துறை
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 025.

வேதியியல்

திரு. இரா. இலக்குமணன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோசி அரசுக் கலைக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் இரா. தனஞ்செயன்
பேராசிரியர், மருந்தியல் துறை
டாக்டர் ஏ.எல்.எம். அடிப்படை மருத்துவ அறிவியல்
முதுகலைப் ப டிப்பு மையம்
தரமணி, சென்னை - 600 113.

திரு. ருத்ர. துளசிதாஸ்
வேதியியல் பேராசிரியர்
29 - பி முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை - 623 560.

நன்றியுரை

அறிவியல் களஞ்சியம் பன்னிரண்டாம் தொகுதி வெளியிடுவதற்கு அனைத்து நிலைகளிலும் ஆக்கமும், ஊக்கமும் அளித்துத் துணைநின்ற மதிப்புயர் முன்னைத் துணைவேந்தர் முனைவர் கதிர் மகாதேவன் அவர்கட்கும், தற்போதைய துணைவேந்தர் முனைவர் இ. சுந்தரமூர்த்தி அவர்கட்கும் என் நன்றியினைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி வெளியிடுவதற்கு உரிய உதவி புரிந்து ஊக்கமளித்த பல்கலைக்கழகப் பதிவாளர் (பொறுப்பு) திருமிகு இரா. ஜெயக்குமார் அவர்கட்கும், முன்னை நிதிஅலுவலர் (பொறுப்பு) மற்றும் துணைப்பதிவாளர் திரு இரா. சுப்பராயலு அவர்கட்கும் என் நன்றியினைப் புலப்படுத்திக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி ஆக்கத்தின்போது பங்களிப்புச் செய்த முன்னை முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் திரு எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி அவர்கட்கும், கட்டுரைகளை எழுதி வழங்கிய கட்டுரையாளர்களுக்கும், சீர்செய்த வல்லுநர்களுக்கும் நன்றியினைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி வெளிவருவதற்கு ஈடுபாட்டோடு உதவிபுரிந்த பதிப்புத்துறை இயக்குநர் (பொறுப்பு) முதுமுனைவர் ம.சா. அறிவுடைநம்பி அவர்கட்கும், அச்சகப் பதிப்புத் துறையினருக்கும் என் நன்றியினை உரித்தாக்கிக் கொள்கிறேன்.

தஞ்சாவூர்
5-6-2002

முனைவர் நே. ஜோசப்
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)

கட்டுரையாளர்கள்

இயற்பியல்

திரு கே. என். இராமசந்திரன்
2024 ஐயன்குளம் கிழக்குக்கரை
சகாநாயகன் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

முனைவர் அ. இளங்கோ
பேராசிரியர் பொதுப் பொறியியல் துறை
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 020.

திரு பொ. குமரேசன்
இயற்பியல் துறை
விவேகானந்தா கல்லூரி
அகஸ்தீசுவரம் - 629 701
கன்னியாகுமரி மாவட்டம்.

திரு வி. சண்முக சுந்தரம்
பேராசிரியர் எந்திரவியல் துறை
தியாகராசர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

திரு நா. சீனிவாசன்
இயற்பியல் துறை
சி. அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி
மேல் விஷாரம் - 632 509.

திரு ஜா. சுதாகர்
நாகர்கோவில்.

திரு. ஏ. சுந்தரவேலுசாமி
உதவிப்பேராசிரியர் இயற்பியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
கரூர் - 639 005.

திரு சி.எஸ். தினகரன்
விரிவுரையாளர் இயற்பியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
கரூர் - 639 005.

திரு பெ. துரைசாமி
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ரா. நாகராஜன்
பேராசிரியர் இயற்பியல் துறை
ம.இரா. அரசுக்கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001.

திரு எஸ். பாண்டி
உதவிப் பேராசிரியர்-இயற்பியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
கரூர் - 639 005.

திரு க. பாலசுப்பிரமணியன்
21 தெற்கு வாசல்
ஸ்ரீரங்கம் அஞ்சல்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 001.

திரு மெ. மெய்யப்பன்
41 தேவாலயம் முதல் தெரு
திருவள்ளுவர் நகர்
காரைக்குடி - 623 091.

திரு அ. ரகீம் பாட்சா
துணைப் பேராசிரியர்
பெரியார் ஈ.வெ.ரா. அரசுக் கலைக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

முனைவர் வெ. ராதாகிருஷ்ணன்
தேர்வுநிலை விரிவுரையாளர்
இயற்பியல் துறை
மன்னர் சரபோசி அரசுக் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

கணிதம்

திரு எம். அரவாண்டி
27 புதுக்குடியிருப்பு
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020.

திரு எல். இராஜகோபாலன்
பேராசிரியர்-கணிதத் துறை
12 பெசண்ட் சாலை
கும்பகோணம் - 612 001.

திருமதி கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம்
கே 33 அண்ணாநகர் கிழக்கு
சென்னை - 600 102

திரு கோ. சண்முகசுந்தரம்
முதல்வர்
ஜி.டி.என்.கலைக் கல்லூரி
திண்டுக்கல் - 624 001.

திருமதி பங்கஜம் கணேசன்
1 யாகப்பா நகர்
தஞ்சாவூர் - 613 007.

கால்நடை மருத்துவம்

டாக்டர் கா. அய்யாதுரை
இணைப் பேராசிரியர்
விரிவாக்கக் கல்வி இயக்ககம்
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை - 600 007.

டாக்டர் சீ. அருணாசலம்
கால்நடை உதவி மருத்துவர்
பிரச்சாரப் பிரிவு
சைதாப்பேட்டை
சென்னை - 600 035.

டாக்டர் எஸ். இராம்பிரசாத்
முதன்மை மருத்துவர்
கால்நடைப் பெரு மருத்துவமனை
கும்பகோணம் - 612 021.

டாக்டர் ஆர். கோவிந்தராஜு
கால்நடை உதவி மருத்துவர்
நடமாடும் கால்நடை மருந்தகம்
ஈரோடு - 638 001.

டாக்டர் டி. சந்திரசேகர்
இணைப் பேராசிரியர்
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம்
நாமக்கல் - 637 002.

டாக்டர் அ. நடராஜன்
உதவிப் பேராசிரியர்
மேச்சேரி ஆடு ஆராய்ச்சி நிலையம்
பொட்டனேரி
(வழி) மேச்சேரி, சேலம் - 636 453.

டாக்டர் பா. நடராஜன்
பேராசிரியர்
கால்நடை மருத்துவக்கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம்
நாமக்கல் - 637 002.

டாக்டர் ந. புண்ணியமூர்த்தி
இணைப் பேராசிரியர்
மருந்தியல் துறை
கால்நடை மருத்துவக்கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம்
நாமக்கல் - 637 002.

தாவரவியல்

முனைவர் கோ. அர்ச்சுணன்
146 நிஜாம் குடியிருப்பு
புதுக்கோட்டை - 622 001.

முனைவர் அ. அர்ஜுனன்
துணைப் பேராசிரியர்
பயிர் வினையியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திரு இரா. அன்புமணி
தேர்வுநிலை விரிவுரையாளர்
தாவரவியல் துறை
மன்னர் சரபோசி அரசுக் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு இராபின்சன் தாமஸ்
தஞ்சாவூர் - 613 001.

திரு ஜி. இளங்கோவன்
பேராசிரியர் தாவரவியல் துறை
அரசுக் கலைக்கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி - 635 001.

திரு சிவ. கார்த்திகேயன்
விரிவுரையாளர் - தாவரவியல் துறை
மன்னர் சரபோசி அரசுக் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு என். கிருஷ்ணசாமி
இணைப் பேராசிரியர்
மரபியல் மையம்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திரு எம்.எஸ். கிருஷ்ணமூர்த்தி
தாவரவியல் துறை
தியாகராசர் கல்லூரி
மதுரை - 625 011.

திரு இரா. குழந்தைவேலு
பேராசிரியர் உழவியல் துறை
வேளாண் ஆராய்ச்சி நிலையம்
பவானிசாகர் - 638 451.

திரு கோ. கோபாலன்
துணைப் பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை - 625 011.

டாக்டர் ப. சம்பங்கி
மருத்துவ அலுவலர் ஊராட்சி ஒன்றிய மருந்தகம்
கங்களாஞ்சேரி - 610 101
திருவாரூர் மாவட்டம்.

திருமதி சரளா தினகர்
துணைப்பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
பாரதி மகளிர் கல்லூரி
சென்னை - 600 001.

திரு மா. சிங்காரவேலு
துணைப் பேராசிரியர்
வேளாண் பதன்செய் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

முனைவர் கா. சிவப்பிரகாசம்
பயிர் நோயியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திருமதி சுகன்யா சுப்பிரமணியன்
உதவிப் பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003.

திரு கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி
87 சி. அழகப்பா சாலை
புரசைவாக்கம்
சென்னை - 600 084.

திரு இரா. துரை
சிதம்பரம் - 608 001.

திரு கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்
பிளாக் - 12 அகத்தியநகர் பகுதி 2
வில்லிவாக்கம்
சென்னை - 600 049.

திரு த. பூபதி
48 சி. ஆண்டாள் தெரு
குளித்தலை - 639 104
திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டம்

திரு கா. ராஜசேகரன்
பேராசிரியர்-தாவரவியல் துறை
அரசுக் கலைக்கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி - 635 001.

திரு எல். வசந்த் சிங்
பேராசிரியர்-தாவரவியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி - 635 001.

திரு கே. வாசுதேவன்
பேராசிரியர்-விலங்கியல் துறை
'அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

திரு நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் துறை
ம.இரா. அரசினர் கலைக் கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001.

திரு ஸ்ரீகணேசன்
பேராசிரியர் தாவரவியல் துறை
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை - 625 011.

நிலவியல்

திரு ம.ச. ஆனந்த்
13 பச்சையப்பா விடுதித் தெரு
சேத்துப்பட்டு
சென்னை - 600 031.

திரு பி. கென்னடி
விரிவுரையாளர்
அழகப்பா பொறியியல் கல்லூரி
காரைக்குடி - 623 004.

திருமதி க. சித்திராதேவி
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ம. சிவகுமார்
சுரங்க இயக்குநர் அலுவலகம்
நெய்வேலி பழுப்பு நிலக்கரி நிறுவனம்
நெய்வேலி - 607 001.

திரு சு. சுதர்சனம்
உதவிப் புவியியலாளர்
சுரங்கத் துறை
சேலம் - 636 001.

திரு இல. வைத்திலிங்கம்
துணைப் பேராசிரியர்
தந்தை பெரியார் அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி
தொரப்பாடி - 632 002.
வேலூர் மாவட்டம்.

பொது மருத்துவம்

டாக்டர் மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்
பொன்னகம்
பாம்பாட்டித் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001.

டாக்டர் கே. கண்ணன்
789 அறிஞர் அண்ணா நகர்
மதுரை - 625 020.

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
24 கோவில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010.

டாக்டர் இரா. கலைக்கோவன்
சி.87 பத்தாம் குறுக்குச் சாலை
தில்லைநகர் மேற்கு
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 018.

டாக்டர் சாரதா கதிரேசன்
24 கோவில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010.

டாக்டர் கு. சிவஞானம்
54 காந்தி நகர்
திண்டிவனம் - 604 002.

டாக்டர் மு.ப. கிருஷ்ணன்
637-27 ஆம் தெரு
கொரட்டூர்
சென்னை - 600 080.

டாக்டர் சுவயம்ஜோதி துரைராஜ்
7 மூன்றாம் கால்வாய் குறுக்குச்சாலை
காந்திநகர்
சென்னை - 600 020.

டாக்டர் மு. துளசிமணி
அரசு மருத்துவமனை
முதலியார்பேட்டை
புதுச்சேரி - 605 004.

டாக்டர் டி.எம். பரமேஸ்வரன்
சி 261 திருநகர்
மதுரை - 625 011.

டாக்டர் மு.கி. பழனியப்பன்
635-27 ஆம் தெரு
கொரட்டூர் சென்னை - 600 080.

டாக்டர் பி. ராஜலட்சுமி
29 பி. பசுலுல்லா சாலை
சென்னை - 600 017.

பொறியியல்

திரு வயி. அண்ணாமலை
உதவிப்பேராசிரியர்
மூகாம்பிகை பொறியியல் கல்லூரி
கீரனூர் - 622 502.

திரு ந.வீர. அருணாசலம்
பொறியியல் வல்லுநர்
கே 33 அண்ணாநகர் கிழக்கு
சென்னை - 600 101.

திருமதி வா. அனுசுயா
சென்னை - 600 001.

திரு தி. இந்திரன்
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
நெடுஞ்சாலைப் பிரிவு
பொதுப்பணித் துறை
கிண்டி, சென்னை - 600 025.

செல்வி இரா. இந்து
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு வெ. இராமச்சந்திரன்
உதவிப் பேராசிரியர்
எந்திரப் பொறியியல் துறை
பூ.சா.கோ. தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 004.

திரு மு. இராமசாமி
துணை இயக்குநர்
நிலவியல் மற்றும் சுரங்கத் துறை
16 - ஏழாவது குறுக்குத்தெரு
அருளானந்த நகர்
தஞ்சாவூர் -613 007.

திரு பொ. இராஜாமணி
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
கோயம்புத்தூர்
மதுரை - 605 007.

திரு ஆர். இராஜு
இணை விரிவுரையாளர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

முனைவர் எம்.எஸ். ஒளிவண்ணன்
73 ஜோன்ஸ் சாலை
சைதாப்பேட்டை
சென்னை - 600 015.

திரு கே.ஆர். கோவிந்தன்
உதவிப் பேராசிரியர் - எந்திரவியல்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

திருமதி இரா. சரசவாணி
சென்னை - 600 001.

திருமதி டி. சரோஜா
உதவி மின் பொறியாளர்
கோயம்புத்தூர்
மதுரை - 625 007.

திரு உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
சென்னை - 600 001.

திரு ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்
துணைப் பேராசிரியர்
பொதுப் பொறியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
திருநெல்வேலி - 627 007.

திரு எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்
செயற் பொறியாளர்
22/1 ராதாகிருஷ்ணன் தெரு
சிவகங்கை - 623 560.

திரு என். தண்டபாணி
விரிவுரையாளர், எந்திரப் பொறியியல் துறை
அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் - 636 011.

திரு மா. தாயுமானசாமி
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்

மதுரை - 605 007.

திரு இரா. நடராசன்
உதவி கோட்ட மின் பொறியாளர்
230 கி.வோ. துணைமின் நிலையம்
பசுமலை
மதுரை - 625 017.

திரு எஸ். நாகேஸ்வரன்
2 தாம்சன் விடுதி
11 அக்பர் தெரு
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை - 600 005.

முனைவர் மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்
துணைப் பேராசிரியர் வேதியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
திருநெல்வேலி - 627 007.

திரு மு. புகழேந்தி
துணைப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு குடிநீர் வடிகால் வாரியம்
19 ஏ-திருவள்ளுவர் புரம்
மயிலாடுதுறை - 609 001.

திரு அ. மதியழகன்
துணைப் பேராசிரியர்
சென்னைத் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
குரோம்பேட்டை
சென்னை - 600 044.

திரு சொ. மனோகரன்
தொளசம்பட்டி அஞ்சல்
ஓமலூர் வட்டம்
சேலம் மாவட்டம் - 636 503.

திரு வெ. ஸ்ரீதர்
மணப்பாறைச் சாலை
வைக நல்லூர்
குளித்தலை - 639 104
திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டம்.

விலங்கியல்

திரு கே.கே. அருணாசலம்
சிதம்பரம் - 608 001.

திரு கோ. இலட்சுமணன்
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
ஆதித்தனார் கல்லூரி
திருச்செந்தூர் - 628 216.

திரு கே. அன்புமணி
12 கடைத்தெரு
சுல்தான்பேட்டை
வேலூர் - 638 182
சேலம் மாவட்டம்.

திரு தி. கண்ணப்பன்
பேராசிரியர்-விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர் - 608 002.

திரு எஸ். கண்மதியன்
உதவி ஆசிரியர்
சென்னைத் துறைமுகம் ஏடு
சென்னை - 600 001.

திரு சி. குமாரப்பிள்ளை
முதல்வர்
குரு நானக் கல்லூரி
சென்னை - 600 001.

திருமதி இரா. சகுந்தலா
துணைப் பேராசிரியர்
விலங்கியல் துறை
அரசினர் மகளிர் கலைக் கல்லூரி
புதுக்கோட்டை - 622 001.

திரு இரா. சந்தானம்
இணைப் பேராசிரியர்
மீன்வளக் கல்லூரி
தூத்துக்குடி - 628 001.

திரு அ. சிவானந்தம்
43 லெட்சுமி இல்லம்
அபிராமபுரம்
தஞ்சாவூர் - 613 007.

திரு பா. சீதாராமன்
பேராசிரியர்-விலங்கியல் துறை
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001.

திரு துரை. சுந்தரமூர்த்தி
பேராசிரியர்-விலங்கியல் துறை
அ.ப.க.ப. கல்லூரி
பழனி - 624 601.

திருமதி சு. செல்லம்மாள்
முதுநிலை விரிவுரையாளர்
விலங்கியல் துறை
அரசினர் மகளிர் கல்லூரி
புதுக்கோட்டை - 622 001.

திரு இரா. பக்தவச்சலம்
பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
அரியலூர் - 621 704.

திரு அ. பசுபதி
90 காந்திசாலை
முத்தியால் பேட்டை
புதுச்சேரி - 605 003.

திரு வீ. பிரபாகரன்
துணைப் பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
பெரியார் கலைக் கல்லூரி
கடலூர் - 607 001.

திரு செ. மரியசூசைநாதன்
முதல்நிலை நூலகர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005.

முனைவர் சா. முத்தழகு
துணைப் பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
அறிஞர் அண்ணா அரசுக் கலைக் கல்லூரி
செய்யாறு - 604 402.

திரு கி.மு. மோகன்
உதவிப் பேராசிரியர்
ஆதிபராசக்தி பொறியியல் கல்லூரி
மேல்மருத்தூர் - 603 301.

திரு க. ரத்னம்
பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
மன்னர் சரபோசி அரசுக் கலைக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு கி. வாசுதேவன்
பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர் - 608 002.

திருமதி ஜி. எஸ். விஜயலக்ஷ்மி
துணைப் பேராசிரியர் விலங்கியல் துறை
பராசக்தி மகளிர் கல்லூரி
குற்றாலம் - 627 802.

திரு இரா. ஜெயசந்திரன்
பேராசிரியர், விலங்கியல் துறை
பெரியார் கலைக் கல்லூரி
கடலூர் - 607 001.

திரு ஞா. ஸ்ரீதரன்
விலங்கியல் துறை
மன்னர் சரபோசி அரசுக் கலைக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005.

வேதியியல்

டாக்டர் க. அய்யாவு
துணைப் பேராசிரியர், வேதியியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 018.

திருமதி சு. சித்ரா
வேதியியல் துறை
பாரதியார் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 066.

திருமதி க. சிவகாமி
55 ஏ-தெம்மையா கவுண்டர் தெரு
கவுண்டம்பாளையம் குடியிருப்பு
கோயம்புத்தூர் - 641 030.

திரு த. தெய்வீகன்
களஞ்சியமையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர் - 613 005.

திரு ருத்ர. துளசிதாஸ்
துணைப் பேராசிரியர் வேதியியல் துறை
29 பி முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை - 623 560.

திரு பி.ஈ.எம். லியாகத் அலிகான்
துணைப் பேராசிரியர் வேதியியல் துறை
சேதுபதி அரசுக் கல்லூரி
இராமநாதபுரம் - 623 502.

திருமதி வ.ஜி. வசுதா
வேதியியல் துறை
நிர்மலா மகளிர் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 018.

திரு இரா. விசுவநாதன்
52 என்.ஜி.ஓ. குடியிருப்பு
நாகமலை
மதுரை - 625 019.

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி 12

திசு ஒட்டு மருத்துவம்

இவ்வகை மருத்துவம் தற்போது மனிதர்களுக்கு மட்டுமே செய்யப்படுகிறது. சில நேரங்களில், காயம் ஏற்படும்போது பழுதுபட்ட திசுக்கள் நலமடைவதற்கு நீண்ட காலம் தேவைப்படலாம். இச்சமயங்களில் உடலின் வேறு பகுதிகளிலிருந்து நலமான திசுக்களை எடுத்து ஒட்ட வைத்து அழகுறச் செய்யலாம். இதற்குத் திசு ஒட்டு மருத்துவம் (transplantation of tissues) எனப் பெயர். தனிச்சிறப்பான திசுக்களுக்கு இம்முறை பயன்படாது. சான்றாக, மூளைத்திசு பழுதடைந்தால் இவ்வொட்டு மருத்துவம் அளிப்பதால் பயன் ஏதும் விளைவதில்லை. மேலும், ஓர் இன விலங்கின் திசு வேறொரு விலங்கின் திசுவுடன் ஒட்டாது. திசு ஒட்டு மருத்துவம் தேவைப்படுவோரின் திசுவே மருத்துவத்திற்குச் சிறந்தது; இல்லையெனில் ஒரே குருதி வகுப்பைச் சார்ந்தவர்களின் திசுவை எடுத்து ஒட்ட வைத்து மருத்துவமளிக்கலாம்.

திசு ஒட்டு மருத்துவம் செய்யும் இடத்தில் புண்களின் மேலுள்ள இறந்த திசுக்களை எடுத்துவிட வேண்டும். குருதி ஓட்டம் சீராக இருக்க வேண்டும். அந்தப் புண்ணின்மேல் வைக்கப்படும் திசுவிற்கான உணவை அந்தப் புண்ணில் உள்ள குருதி நாளங்கள்தான் கொடுக்க வேண்டும். இந்தத் திசு அப்புண்ணிற்கு ஓர் உண்ணியாகவே கருதப்படுகிறது.

காலில் ஒருவருக்குப் புண் ஏற்பட்டு அது நலமாக நீண்ட காலமானால் அச்சமயத்தில் வேறு நல்ல தோலை உடலின் வேறு பகுதியினின்று எடுத்துப் பழுதான இடத்தில் ஒட்டலாம். பொதுவாக இவ்வாறு ஒட்டுவதற்காகத் தொடையிலிருந்தே தோல் எடுக்கப்படுகிறது.

மேல்தோல் மட்டுமன்றித் தோலுக்கடியிலுள்ள கொழுப்புத் திசுவும் சேர்ந்து பாதிக்கப்பட்டிருந்தால் வயிற்றின் சுவர் போன்ற வேறிடங்களிலிருந்து தோல், கொழுப்புத் திசுக்களை வெட்டியெடுத்து ஒட்ட வேண்டும். இம்முறை பொதுவாகத் தீப்புண் காயங்களுக்குப் பயன்படும். காது, மூக்குப் போன்ற உறுப்புகள் பாதிக்கப்படும் போது அவற்றைச் சீராக்கவும் இவ்வுத்தி பயன்படுத்தப்படும்.

பாதிக்கப்பட்டவரின் எலும்பு முறிந்திருந்தால் வேறோர் ஒட்டு மருத்துவப்படி, பிற எலும்பிலிருந்து எடுத்து ஒட்டலாம். நீண்ட எலும்பில் ஒட்டு மருத்துவம் செய்ய வேண்டுமெனில் கீழ்க்கால் எலும்பிலிருந்து எடுத்து மருத்துவமளிக்கலாம். எடுத்த எலும்பை இடைவெளியில் வைத்து ஆணியிட்டோ, திருகிட்டோ அசையாமல் இருக்கச் செய்து சாந்தால் ஒட்டுவர். ஒட்டிய எலும்பு பாதிக்கப்பட்ட எலும்போடு இணைந்து புதிய எலும்பு உண்டாகும்.

தமனி அறுந்து இடைவெளி ஏற்பட்டபோது சிரையிலிருந்து ஒரு துண்டை எடுத்துவைத்து ஒட்டு மருத்துவம் செய்யப்பட்டுள்ளது. கண்ணின் கருவிழிப்படலம் நோயுற்றுச் சாம்பல் நார்த்திசு அதன் மீது படர்வதால் ஒளி புகாமல் பாவையில்லா நிலை ஏற்படும். அச்சமயத்தில், இத்தகைய கருவிழிப்படலத்தை எடுத்துவிட்டு அண்மையில் இறந்தவரின்

கருவிழிப்படலத்தை எடுத்துவைத்து ஒட்டி மருத்துவ மளிக்கலாம்.

- தே.வெ. நித்யானந்தன்

திசு, தாவரங்கள்

கிரேக்கச் சொற்களான உறிஸ்டாஸ், லோகாஸ் என்பனவற்றிலிருந்து திசுவியல் (*histology*) பெறப்பட்டது. டிஷ்யு (*tissue*) என்னும் பிரெஞ்சுச் சொல் பின்னுதல், நெசவு நயம் என்று பொருள்படும். 18ஆம் நூற்றாண்டில் இச்சொல் பிஷாட் என்னும் அறுவை மருத்துவரால் உள்ளமைப்பியல் தொடர்பாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. அவர் மனித உடல்களை அறுவை செய்து அதில் நயத்தில் வேறுபட்ட திசுக்கள் பல அடுக்காக அமைந்து உள்ளமையைக் கண்டார். இக்கால உள்ளமைப்பியல்படி மனித உடலில் நான்கு திசு வகைகள் அறியப்படுகின்றன.

திசுவியல் என்பது தாவர, விலங்கினத் திசுக்களைப் பற்றி அறிவதாகும். திசுக்களும் உறுப்புகளும் அடிப்படை அலகுகளான செல்களால் ஆனவை. குறிப்பிட்ட உயிர்ச் செயலை ஒருங்கிணைந்த முறையில் நடத்துவதற்குப் பல செல்கள், ஒன்றோடொன்று இணைந்து வேறுபாடடைவதே திசுவாகும். செயல்களைப் பொறுத்து, திசுக்களில் காணப்படும் செல்களின் புற அமைப்பு, வேதிப் பொருள்களின் தொகுப்பு முதலியன அமைந்திருக்கும்.

மூலக்கூறு, பெருமூலக்கூறு, முழுச்செல், செல்லிடைப் பொருள், உறுப்பு முதலிய அனைத்து வடிவ நிலைகளிலும் அவை எவ்வாறு திசுக்களாகத் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன என்று அறிந்து கொள்வதே திசுவியலின் நோக்கமாகும்.

திசுவியலில், விளக்க அமைப்பியல் (descriptive morphology), வேறுபாடடைதல் (differentiation), செல் செயலியல் (cell physiology), செல் வேதியியல் (histo chemistry), செல் நுண்ணமைப்பு ஆகியவை இன்றியமையாப் பகுதிகளாகும். செல் செயலியல் என்பது புறத்தோற்ற வேறுபாடுகளுக்கும், செயல்முறைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும். செல் வேதியியல் என்பது புறவமைப்புகளிலுள்ள வேதிப் பொருள்களின் தொகுப்பை விவரிக்கும். எளிய நுண்ணோக்கிக்கு அப்பாற்பட்ட பொருள்களைப் பற்றி அறிவதே செல் நுண்ணமைப்பியல் ஆகும்.

திசுவியல், மற்ற உயிரியல் பிரிவுகளான கருவியல், உள்ளமைப்பியல், செயலியல், நோயியல் முதலியவற்றுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையதாகும். நுண்ணோக்கி உள்ளமைப்பியல் (microscopic anatomy) என்னும் புதிய அறிவியலும் தோன்றியுள்ளது. அண்மைக்காலத்தில் திசுவியல், நுண் உள்ளமைப்பியல் என்னும் கலைச்சொற்களை ஒரே பொருளில் பெரும்பாலோர் பயன்படுத்துகின்றனர். ஆனால் நுண் உள்ளமைப்பியல், வேறுபட்ட திசுக்கள் எவ்வாறு பல வகைப்பட்ட வடிவங்களையும் உறுப்புகளையும் உண்டாக்குகின்றன என்பதைக் கூறும். மேலும் திசுவியல் நுண் அமைப்பியலுக்கு முதற்படியாக அமைகிறது. 17 ஆம் நூற்றாண்டில் இவ்வறிவியல் எவ்வாறு படிப்படியாக முன்னேறி வளர்ந்தது என்பதை ஆராயலாம். இத்தாலிய உள்ளமைப்பியலார் மாலிபிகி, நுண்ணோக்கியின் தந்தை என்று கூறப்படும் டச்சுக்காரர் லூவன்ஹாக் ஆகியோரைத் திசுவியல் தோன்றுவதற்குக் காரணமானோர் எனலாம். 19ஆம் நூற்றாண்டு வரை மிகவும் மெதுவாக முன்னேறி வந்த இவ்வறிவியல் கூட்டு நுண்ணோக்கி கண்டுபிடிக்கப் பட்டதற்குப் பிறகு மேம்பாடடைந்தது. செக்கோஸ்லோவாக்கியாவைச் சேர்ந்த இவான்ஜிலிஸ்டா என்பார் திசுக்களை எளிதில் மெல்லிய துண்டுகளாக வெட்டக்கூடிய மைக்ரோடோம் என்னும் கருவியை அறிமுகப்படுத்தினார்.

அமெரிக்க உயிரியலார் ராஸ் கிரான்வெல்லியா ஹாரிசன் 1907 இல் உயிர்ச் செல்களை அவற்றின் தாய்த் திசுக்களிலிருந்து பிரித்து, ஆய்வுக்கூடத்தில் வளர்க்க முடியும் என்று காட்டினார். இக்கண்டுபிடிப்பு திசுவியலில் ஒரு புதிய வழியைக் காட்டிப் பல புதுக் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழி வகுத்தது. 20ஆம் நூற்றாண்டின் முதல் பகுதியில் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி கண்டுபிடிக்கப்பட்டவுடன் திசுவியலில் பல திருப்பங்கள் ஏற்பட்டன. 1968 இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஸ்கேன்னிங் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி பொருள்களின் முப்பரிமாண நிலையை அறிந்துகொள்ள உதவியது. மேலும் இது, பொருள்களை 50,000 மடங்கு பெரிதுபடுத்தி, செல் உட்பொருள்களின் அமைப்பைப் பற்றி அறிய வழி செய்கிறது.

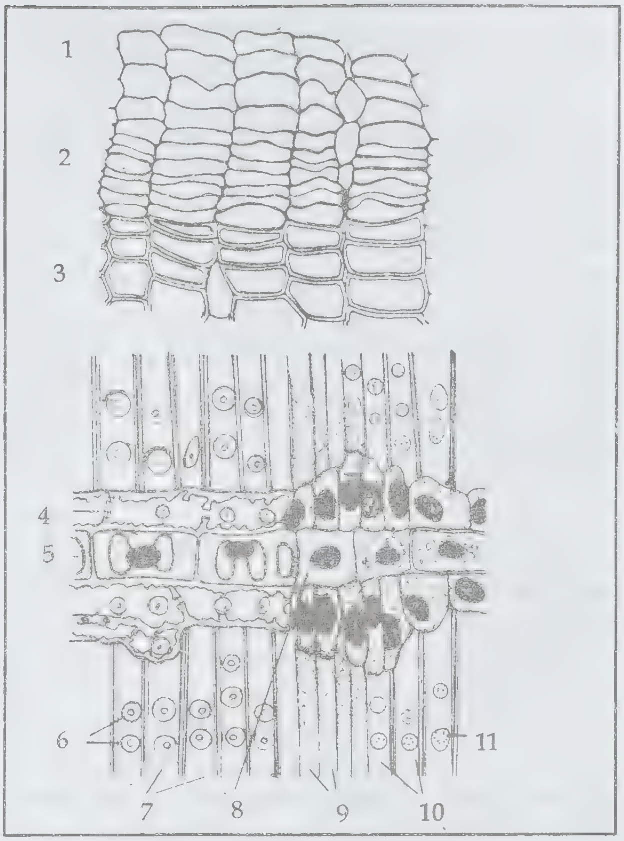
தாவரத் திசுவியல் கருத்துக்கள் பெருகிவிட்டமையால் அவற்றைப் பல சிறு பகுதிகளாகப் பிரிக்க நேர்ந்தது. வேர், தண்டு, இலை, மலர், கனி, விதை முதலியவற்றின் திசுவியல் தனித்தனியாக ஆராயப்படுகிறது. வெவ்வேறு தாவர இனங்களில் காணப்படும் இவ்வுறுப்புத் திசுக்களின் அமைப்பை ஒப்பிட்டு அவ்வினங்களின் உறவு முறையை அறியத் திசுவியல் உதவுகிறது. இவ்விதமான ஒப்புத்திசுவியல் (comparative anatomy) உயிரியல் வகைப்பாட்டியலுக்கு ஓர் அரிய துணையாகும்.

திசுத்தோற்றம்

திசு உற்பத்தியையும், வேறுபாட்டையும் குறிப்பது திசுத்தோற்றம் (histogenesis) என்பதாகும். தாவர உடலில் காணப்படும் பல்வகைச் செல்கள், திசுக்கள் முதலியவை கருமுட்டை (zygote) என்னும் இரட்டை மையச் செல்லிலிருந்து, பல மாறுதல்களுக்கு உட்பட்டு வந்தவையாகும். தாவரங்களைப் பொறுத்தவரையில் கருவளர்ச்சியடைந்து முதிர்ந்து தாவரம் உண்டானபோதும், கரு நிலை (embryonic stage) முழுதுமாக மறைவதில்லை. தாவரங்களின் இத்தனிச்சிறப்புப் பண்பையே திறந்த வளர்ச்சி (open growth) என்பர். உயர்த் தாவர உடலின் நுனிப்பகுதியில், அடர்த்தியான புரோட்டோப்பிளாசத்தைப் பெற்ற, வேறுபாடடையாத ஆக்குந்திசு உள்ளது. தாவர வளர்ச்சியின் போது இச்செல்கள் பகுப்படைகின்றன. ஆக்குந்திசுவுக்குச் சற்றுக்கீழே சாற்றுக்குழாய் தொடங்குகிறது. இந்நிலையில் முன் ஆக்குபடைத்திசு (cambium) முன் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கும். இவற்றைத் தள திசுக்களிலிருந்து (ground tissue) தெளிவாக வேறுபடுத்திக் காண முடியும். மேலும் சற்றுக் கீழே கட்டைத்திசு (xylem), சல்லடைக்குழாய்த் திசு (phloem), ஆக்குபடைத் திசு முதலியவற்றைக் காணலாம். ஆக்குந்திசுவிலிருந்து விலகிக் காணப்படும் செல்கள் பெரியனவாகி அவை அமைந்துள்ள இடத்தைப் பொறுத்து வேறுபாடு அடைந்து நிலைப்படுத்தப்படுகின்றன. மறைமுகப் பிரிவு நடைபெறும் இடங்களிடையே உள்ள வேறுபாடே திசுத்தோற்றத்திற்குக் காரணமாகிறது.

உயர் தாவரங்களில் திசுத்தோற்றம் நடைபெறுவதை வளர்ப்பு முறை (culture) ஆய்வுகளால் கண்டறியலாம். ஆய்வுச் சாலையில் செல், திசு, உறுப்பு ஆகியவற்றைத் தக்க தளப்பொருள்களில் வளர்க்க முடியும் என்று ஆராய்ந்து கூறியுள்ளனர். வளர்ப்பு முறை மூலம் திசுத்தோற்றத்தின்போது தாவர உடலில் ஏற்படும் வேறுபாடுகள் பலவாறான நிலையில் கட்டுப்படுத்தப்படும் விதத்தை அறிய முடிகிறது. ஆய்வுகள் வாயிலாக வேறுபாடு, செல் உள்கட்டுப்பாடு (intra cellular control), செல்களுக்கு இடையே கட்டுப்பாடு, புறச்செல் கட்டுப்பாடு (extra cellular control) ஆகிய மூன்று கட்டத்தில் செயல்படும்.

செல் உள்கட்டுப்பாடு, செல்லின் உள்ளே காணப்படும் பொருள்கள் மூலம் நடைபெறுகிறது. ஒரு செல்லின் செயல்பாட்டை அறிய, அச்செல்களிலுள்ள ஜீன்கள் தூண்டப்படும் முறையை அறிய வேண்டும். ஜீன் செயல்படுதல் (gene expression) என்பது, தேர்ந்தெடுத்த புரதத்தைத் தோற்றுவிப்பதன் மூலம் செல்களில் குறிப்பிட்ட செயல்களைத் தூண்டிவிடுவதாகும். டி.என்.ஏ விலிருந்து ஆர்.என்.ஏ. விற்கும், அதில் இருந்து புரதங்களுக்கும், அவற்றிலிருந்து தொகுதிகளுக்கும் சென்று அவற்றிலிருந்து குறிப்பிட்ட வேறுபாடுடைய கடைநிலைப் பொருள்கள் தோன்றுகின்றன; இதையே ஜீன் கட்டுப்பாடு என்பர்.



அ. பைன் மரத் தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்
ஆ. பைன் மரத் தண்டின் கதிர்ப் பகுதி

1. சல்லடைக் குழாய்த் திசு, 2. ஆக்குபடைத் திசு, 3. கட்டைத் திசு, 4,7. டிரக்கீடு, 5. பாரன்கைமா, 6. ஓரப்புள்ளிகள், 8. முதனிலைக் கதிர், 9. சுருள்வடிவ ஆக்குபடைச் செல்கள், 10. சல்லடைச் செல்கள், 11. சல்லடைப் பகுதி

செல்களிடையேயான கட்டுப்பாடு, ஒரு செல்லுக்கும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள ஏனைய செல்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு மூலம் நடைபெறுவதாகும். ஹார்மோன் எனப்படும் வளர்ச்சி கட்டுப்படுத்தும் பொருள்கள், இவ்வகைக் கட்டுப்பாட்டில் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. ஹார்மோன்களின் கட்டுப்பாடு என்பது பூக்கும் தாவரங்களில் ஆக்சிஜன், ஜிப்ரலின், கைனின் என்னும் மூவகை வேதிப் பொருள்கள் மூலம் நடைபெறுகிறது. இவ்வகை ஹார்மோன்களின் கட்டுப்பாடு பெரும்பாலும் பல செல் உயிரினங்களில் காணப்படும்.

புறச்செல் கட்டுப்பாடு சூழ்நிலைக் காரணிகள் மூலம் நடைபெறுகிறது. அதனால் இதைச் சூழ்நிலைக் கட்டுப்பாடு என்றும் கூறலாம். ஒளி, வெப்பம் என்பவையே இதில்

அடிப்படைக் காரணியாகும். இவற்றைத் தவிர வேறு சில காரணிகளும் திசுத்தோற்றத்தில் பங்கு கொள்வதுண்டு.

தாவரத் திசுக்களின் அமைப்பு, விலங்கினங்களிலிருந்து பெரிதும் வேறுபட்டது. பெரும்பாலான தாவரங்கள் இடமிட்டு நகராமல் ஒரே இடத்தில் உள்ளமையால் அவற்றின் திசுக்கள் அதற்கேற்ப அமைந்துள்ளன. உயர் தாவரங்களில் தண்டு, நுனி, வேர் நுனி, மொட்டு, இலை முதலிய பகுதிகளில் ஆக்குந்திசு காணப்படுகிறது. இத்திசுவிலிருந்து தோன்றிய செல்கள். நாளடைவில் பாரன்கைமா (parenchyma), கோலன்கைமா (collenchyma), ஸ்கிளீரென்கைமா (sclerenchyma) என்னும் தனிச் திசுக்களாகவும், கட்டைத் திசுக்களாகவும், சல்லடைத் திசுக்களாகவும் வேறுபாடடைகின்றன.

தாவர உடலின் பெரும்பகுதி பாரன்கைமாத் திசுவால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். கோலன்கைமா, தாவரத்தின் இளம் பகுதியான தண்டு, இலைக்காம்பு போன்றவற்றில் காணப்படும். இது தாவர உறுப்புகளின் நீட்சி, வளையும் தன்மை, பாதுகாப்புப் போன்ற செயல்களுக்குக் காரணமாக உள்ளது. இறந்த செல்களான ஸ்கிளீரென்கைமா பாதுகாப்புத் தொழிலை மேற்கொள்கிறது. கட்டைத் திசுக்களும், சல்லடைத் திசுக்களும் சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்களில் மட்டும் காணப்படும். கட்டைத் திசு, வேரிலிருந்து நீரையும், கனிமப் பொருள்களையும் மேல்நோக்கி இலைக்குக் கடத்துகிறது. சல்லடைக்குழாய்த் திசு, இலையில் தயாரிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்களைத் தாவரத்தின் தேவையான பகுதிக்குக் கடத்திச் செல்கிறது.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

துணைநூல். John G. Torrey, *Development of Flowering Plants*, Macmillan Company, New York, 1967; Esaw, *Anatomy of Seed Plants*, John Wiley and Sons, New York, 1977.

திசு வளர்ப்பு, தாவரம்

தாவரச்செல், திசு, புரோட்டோப்பிளாசம் போன்றவற்றை ஆய்வுக்கூட ஊட்ட ஊடகத்தில், உயிரி நீக்க நிலையில் வளர்க்கும் புதிய அறிவியல் துறை, உயிரி நுட்பவியலில் (bio-technology) இன்றியமையாதது. இத்திசு வளர்ப்பியல் கடந்த 20 ஆண்டுகளில் மிகவும் குறிப்பிடத் தகுந்த முறையில் முன்னேற்றம் அடைந்திருப்பினும் இதன் தோற்றம் 18ஆம் நூற்றாண்டிலேயே தொடங்கியது. 1756ஆம் ஆண்டு துஹமல் என்பார் திசு வளர்ப்பில் பல ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். 1838 ஆம் ஆண்டில் ஷவான், ஷிலீய்டன் என்போர் முழுத்திறன் கொள்கையினை (topipotency theory) உருவாக்கினர். 1901இல் தாமஸ் மார்கன், ஒவ்வொரு தாவரச் செல்லிற்கும் தகுந்த சூழலைத் தந்தால், அது புதிய தாவரத்தைக் கொடுக்கும் என்று கூறினார். 1902ஆம் ஆண்டில் ஹாபர்லாண்ட் என்பார் உயர் தாவரங்களில் உள்ள செல்களைத் தனியே எடுத்து ஊட்டக் கரைசலில் 10 நாள்கள் வைத்தபோது செல்கள் உருவத்தில் பெரிதாகின என்று கண்டார். 1973-ஆம் ஆண்டில் நோபிகோர்ட், கௌதெரெட், ஒயிட் என்போர் தாவரங்களில் உள்ள ஆக்குதிசுச் செல்களை ஊட்ட ஊடகத்தில் ஓராண்டிற்கு மேல் வளர்த்தனர்.

ஊட்ட ஊடகம். திசுக்கள் தூளாக்கப்பட்ட ஊட்ட ஊடகத்தை வாலை வடிநீரில் கரைத்து அத்துடன் சர்க்கரை, அகார் போன்ற பொருள்களைச் சேர்த்து அமிலக் காரத்தன்மை சரிசெய்யப்பட்ட, உயிரி நீக்கம் செய்த, மின் வெப்பச் சமநிலை அடுப்பில் (autoclave) வைப்பர். ஊட்ட ஊடகத்தில் சர்க்கரை உள்ளமையால் வேண்டாத நுண்ணுயிரிகள் அதில் வளர வாய்ப்பு உண்டு. அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடுக்க உயிரி நீக்கம் செய்யப்பட்ட சூழல் முதலில் உருவாக்கப்படுகிறது. ஊட்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கப்படும் செல் அல்லது திசுவிற்கு வேண்டிய காற்று உயிரி நீக்கம் செய்யப்பட்ட சூழலில் அளிக்கப்படுகிறது.

விதை வளர்ப்பு. பூந்தோட்டத் தாவரங்களுள் ஆர்க்கிட் மலர்கள் பலரும் விரும்பும் வகையில் வண்ணமும் அழகும் பெற்றவை. எனவே அவற்றின் விதைகளை ரைசோக்டோனியா போன்ற கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்தும் பூசணங்களுடன் கனிமங்கள் சர்க்கரைப் பொருள்கள் கலந்த ஊடகத்தில் வளர்த்து இவற்றின் நாற்றுகள் விற்கப்பட்டன.

கரு வளர்ப்பு. ஹான்னிங் என்பார் காக்லியேரியா, ரஃபானஸ் போன்ற குருசிபெரேக் குடும்பச் செடிகளின் கருக்களை முதலில் செயற்கை முறையில் வளர்த்தார். பிறகு லைபாக் என்பார் இதன் செயல்முறைச் சிறப்பினை விளக்கினார். செயற்கைக் கரு வளர்ப்பில் தாவரத்தின் பெருக்கமுறைச் சுழற்சியினை மிகுதியும் குறைக்கலாம். இம்முறையில் ஐரிஸ் தாவரத்தில் 2 அல்லது 3 ஆண்டு வாழ்க்கைச் சுழற்சியை ஓராண்டிற்குள் குறைத்துவிடலாம். ரோஜாவில் மலர்கள் தோன்ற ஓராண்டுக் காலம் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் செயற்கைக் கரு வளர்ப்பு முறையின் மூலம் அதைப் பாதியாகக் குறைக்கலாம். கரு வளர்ப்பு முறையினால் விதை முளைக்கும் திறன் சோதனைகளை விரைவில் செய்து முடிக்கலாம். கரு வளர்ப்பு முறையினால் அரிதாக உள்ள தாவரங்களைப் பெருக்கம்

செய்யலாம். புதிய தாவரங்களை உருவாக்கும்போது ஈரினக்கலப்புகளும், இரு பேரினக் கலப்புகளும் செய்ய முயல்கின்றனர். அத்தகைய கலப்புகளில் உள்ள கருக்கள் பல நிலைகளினால் வளர்வதில்லை. முளைசூழ்தசை, ஒவ்வாத தன்மையினால் முளைக்காமல் போகும்போது, கருக்கள் தனியே பிரித்தெடுக்கப்பட்டுச் செயற்கை முறையில் வளர்க்கப்பட்டுப் புதிய தாவரங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. செயற்கைக் கரு வளர்ப்பு முறையினால் ஒருமயக் கோதுமையினைப் பார்க்லே என்பார் உருவாக்கினார்.

தாவர உறுப்பு வளர்ப்பு முறை

மகரந்தப் பை. டெல்லிப் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த குஹா, மஹேஸ்வரி என்போர் மகரந்தப் பையிலிருந்து கருவினை ஒத்தவற்றை (embryoids) உண்டாக்கி, அவற்றிலிருந்து செயற்கை முறையில் புதிய முழுத் தாவரத்தை உண்டாக்கினர். இத்தகைய ஒருமயத் தாவரங்களை ஊமத்தை, புகையிலை, மணத்தக்காளி, தக்காளி, மிளகாய் ஆகியவற்றில் உருவாக்கினர்.

பயன். ஒரும்யத் தாவரங்கள் பயிர்ப்பெருக்க முறையில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. ஒருமயத் தாவரங்களில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றங்களை எளிதில் இனம் கண்டு கொள்ளலாம். இருமயத் திசுக்களும் பயிர்ப்பெருக்கச் சோதனைகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. ஒருமயத் தாவரங்களிலிருந்து ஒத்த இருமயங்கள் (homozygous diploids) செயற்கை முறையில் உண்டாக்கப்பட்டு, அவை பயிர்ப்பெருக்கச் சோதனைகளுக்கு மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சூல்பை வளர்ப்பு. 1951 அம் ஆண்டில் நிட்ஸ் என்பவர் புகையிலை, தக்காளி போன்ற தாவரங்களின் சூல்பையைத் தனித்துப் பிரித்தெடுத்து உயிரி நீக்கச் சூழலில் வளர்த்தார். 1958 ஆம் ஆண்டில் மகேஸ்வரி, லால் என்போர் ஐபெரிஸ் அமாரா (Iberis amara) என்னும் செடியின் சூல்பையைத் தனியே எடுத்துக் கனிம உப்பு, சர்க்கரை, B வைட்டமின் அடங்கிய ஊடகத்தில் வளர்த்த போது இயல்பான கனிகள் கிடைத்தன.

சூல்திசு வளர்ப்பு. மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பிறகு சூல்திசுவைத் தனித்துப் பிரித்தெடுத்து வளர்த்தபோது பொதுத்திசு (cell) உண்டாயிற்று. அதிலிருந்து போலிக் குமிழங்களும் (pseudobulbils) கரு ஒத்தவையும் உண்டாகிப் பிறகு நாற்றுகள் தோன்றின. இவ்வகையில் தோன்றிய நாற்றுகளை நிலத்தில் நட்டுப் பயனடையலாம் என்று பட்டன், போர்மன் என்போர் கண்டுபிடித்தனர். சூல்திசுச் செயற்கை வளர்ப்பு முறை (nucellus culture) தோட்டக் கலையில் மிகவும் பயன்படுகிறது. நறுக்குகளின் மூலம் புதிய தாவரங்களை உருவாக்குவதை விடச் சூல்திசு வளர்ப்பின் மூலம் புதிய தாவரங்கள் உருவாக்குவது பல வழிகளிலும் சிறந்தது எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. சூல்திசுவின் மூலம் உண்டாக்கப்பட்ட நாற்றுகளில் ஆணிவேர் உள்ளமையால் அவற்றிலிருந்து உண்டாகிய நாற்றுகளில் வேற்றிடத்துப் பக்கவேர்களே உண்டாகின்றன. பலமுறை நறுக்குகளின் மூலம் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கியமையால் இழந்திருந்த வீரியத்தைச் சூல்திசு வளர்ப்பு மூலம் பெற்ற நாற்றுகளிலிருந்து பெறலாம். சூல்திசு நாற்றுகள் நோய் அற்றவையாக உள்ளன. சூல்திசு வளர்ப்பில் பல்கருநிலை (poly embryony) எளிதில் உண்டாவதால், அதிலிருந்து வைரஸ் நோய் இராத எலுமிச்சை வகை நாற்றுகளைப் பெறலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

தாவரத்திசு வளர்ப்பு. சிறிய உயிருள்ள தாவரத் திசுக்களைக் குறிப்பிட்ட ஊடகத்தின் உயிரி நீக்கச் சூழலில் பல காலம் வளர்த்தல் திசு வளர்ப்பு எனப்படும். இம்முறையில் பின்வரும் நிலைகள் உள்ளன.

வளர்ப்பின் தொடக்க நிலை. தாவரத்திலிருந்து தனித்து எடுக்கப்பட்ட திசு, உயிரி நீக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். குளோரின் நீர் அல்லது மெர்குரிக் குளோரைடு நீர்மக் கரைசலினால் நன்றாகக் கழுவப்படுவதால், திசு உயிரி நீக்கம் செய்யப்படுகிறது.

துணை வளர்ப்பு நிலை. 2 அல்லது 3 வாரங்களுக்குப் பிறகு முந்தைய தாவரங்களிலிருந்து தண்டுத் தொகுப்புகளும், வேர்களும் உண்டாகின்றன. பொதுத் திசுவைப் பல துண்டுகளாக்கி, ஒவ்வொரு துண்டினையும் தனிச் சோதனைக் குழாயில் வளர்ப்பு துணை வளர்ப்பு (sub culture) எனப்படும்.

துணை வளர்ப்பு வளர்முறையும் வேறுபாடும். துணை வளர்ப்பில் உள்ள பொதுத்திசுவின் வளர்வூக்கிகள் மாற்றி அமைக்கப்பட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன. ஆச்சின்சைடோலினின் வீதத்தை அதிகமாக்கினால் பொதுத் திசுவிலிருந்து வேர்கள் உண்டாகின்றன. சை-டோகினின் - ஆக்சின் வீதத்தை அதிகரித்தால் தண்டுத் தொகுப்பு உண்டாகிறது. இது உறுப்புத் தோற்றம் (organiogenost) எனப்படும். ஊடகச் செறிவினை மாற்றினால் கரு ஒத்தவை உண்டாகின்றன. இதற்கு உடலக்கருத் தோன்று முறை (somatic embryogenesis) என்று பெயர். தகுந்த வளர்வூக்கிகள் அளிக்கப்பட்டால் கரு ஒத்தவைலிருந்து புதிய தாவரங்களையே செயற்கை முறையில் உண்டாக்கலாம். இது மறு சந்ததி (regeneration) எனப்படும்.

சோதனைக் குழாயில் வளர்க்கப்பட்ட புதிய தாவரத்தை நிலத்தில் வளர்ப்பதற்கு ஏற்ற முறையை உருவாக்க, நாற்றுகள் நல்ல நீரில் அகார் போகும் அளவிற்குக் கழுவப்பட்டு, களிமண், மணல், இலைமட்கு ஆகியவை 1:1:1 என்னும் விகிதத்தில் கலப்பில் பாலித்தீன் காகிதத்தில் மூடி, மின் அடுப்பில் 15-3- நாள்களுக்கு உயிர் நீக்க நிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. இந்நிலையில் நாற்றுகள் எந்தச் சூழ்நிலையிலும் வாழத் தகுந்த இயல்பைப் பெறுகின்றன. இதற்கு பிறகு அத்தகைய நாற்றுகள் நிலத்தில் பயிரிடப்படுகின்றன. இம்முறையினால் பயன்கள் மிகுதி.

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சிறந்த வணிக வழியிலான பயன்களைப் பெற்ற தாவரங்கள், திசு வளர்ப்பு, ஒட்டு முறையில் மிகவும் குறுகிய காலத்தில் பெருக்கமடைகின்றன. இது நுண்பெருக்கம் (micropropagation) எனப்படும். பொதுவாக, கோண மொட்டு அல்லது தண்டு நுனித் திசுக் களிலிருந்து திசு வளர்ப்பு முறையில் ஒட்டுத் தாவரங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் ஜி.மொரெல் என்பார் ஆர்க்கிட் செடிகளை உண்டாக்கி, வணிக வழியில் பயன்பெற்றார். பூந்தோட்ட, கனித் தாவரங்களை உடலப் பெருக்க முறையில் உண்டாக்குவதற்கு நீண்ட காலம் தேவைப்படுகிறது. பாலினப் பெருக்க முறையில் பெருக்கம் பெறவியலாதபடி, அதன் சந்ததிகள் மாற்றம் பெற்று விளங்குகின்றன. எனவே திசு வளர்ப்பு முறையில் பெருக்கம் பெற்ற கார்டிலின், டிரசீனா, ஹிமரோகாலிஸ் போன்ற பூந்தோட்டத் தாவரங்கள் விற்கப்படுகின்றன.

உருளைக் கிழங்கிலிருந்து விரைவில் பல செடிகள் உண்டாக்கச் சிறு கிழங்குகள் வளர்வூக்கிகளுடன் வளர்க்கப்பட்டுப் பிறகு நிலத்தில் பயிரிடப்படுகின்றன. இயல்பான முறையிலிருந்து கிடைக்கும் கிழங்குகளை விடத் திசு வளர்ப்பு நுண் கிழங்குப் பெருக்கத்தின் மூலம் பன்மடங்கு மிகுதியான கிழங்குகளைப் பெற முடியும் என்றறிந்துள்ளனர். இயல்பான வழிமுறையைவிடச் சோதனை முறையில் பயன்கள் மிகுதி. ஒரே ஆண்டில் நுண்ணோக்கியினால் மட்டுமே காணக்கூடிய மிகச் சிறிய அளவுள்ள திசுக்களிலிருந்து பல்லாயிரக்கணக்கான புதிய தாவரங்களை மிகக் குறைந்த காலக்கெடுவில் உண்டாக்கலாம். பருவ வேறுபாடுகளைப் பொருட்படுத்தாமல் அனைத்துப் பருவங்களிலும் இச்செயற்கை முறையில் புதிய தாவரங்களைத் தொடர்ந்து உற்பத்தி செய்யலாம். ஓர் ஆண்டின் எந்தக் காலத்திலும் தேவைப்பட்ட நோயற்ற புதிய வகைத் தாவரங்களை உருவாக்கலாம். இயல்பான பெருக்க முறையைப் பயன்படுத்தி நோயற்ற தாவரத்தை உருவாக்க நீண்ட காலம் தேவைப்படும். மோரெல், மார்ட்டின் என்போர் வைரஸ் நோயற்ற டாலியாத் தாவரத்தை நுனி ஆக்குந்திசுவிலிருந்து பெறப்பட்ட திசு வளர்ப்பு முறையிலிருந்து பெற்றனர். இதே முறையில் வைரஸ் நோயற்ற உருளைக்கிழங்கு, மரவள்ளிக் கிழங்கு, காலிப்பூ, ஸ்ட்ராபெரி முதலியவற்றைப் பெற்றனர். வைரஸ் நோய் நீங்கிய உருளைக் கிழங்கின் விளைச்சல் 60% அதிகரித்தமை கண்டறியப்பட்டது. நுனி ஆக்குந்திசுவைத் தவிர, ஏனைய தாவரத்திசுக்களிலிருந்து திசு வளர்ப்பு முறையின் மூலம் வைரஸ் நோயற்ற தாவரங்களை உருவாக்கலாம் என அறியப்பட்டது.

வாங், உறீ என்போர் பொதுத்திசுவிலிருந்து வைரஸ் நோயற்ற புகையிலை, ஜிரேனியம், கிளேடியோலஸ், உருளைக்கிழங்கு ஆகியவற்றைப் பெற்றனர். திசு வளர்ப்பு முறையில் தேக்கு, யூகலிப்டஸ், சந்தன மரம், புளி, எண்ணெய் பனை, ரப்பர் முதலியனவும் பிசியா அபைஸ், பைனஸ், ரேடியேட்டா, சீகுயா செம்பர் வைரன்ஸ், தூஜா பிசிகேடா போன்ற காட்டுத் தாவரங்களும் வெற்றிகரமாகப் பயிரிடப்படுகின்றன. இம்முறையினால் குறுகிய காலத்தில் பல்லாயிரக்கணக்கான தாவங்களை எளிதில் பெருக்கிப் பயனடையலாம்.

இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள்.

திசு வளர்ப்பு முறையினால் முதிர்ச்சி அடைந்த தாவரங்களிலிருந்து முதல்நிலை வளர் சிதை மாற்றப் பொருள்களான புரதம், கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு, வைட்டமின் ஆகியவற்றுடன் அல்கலாய்டு, ஸ்டீராய்டு, ஃபினோலிக், ஃபிளாவனாய்டு போன்ற இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களும் பெறப்படுகின்றன. இவை மருந்து, வேதிப் பொருள், உணவுப்பொருள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அண்மைக் காலத்தில் மேற்கு ஜெர்மனி, கனடா, ஜப்பான் ஆகிய நாடுகளில் திசு வளர்ப்பு முறையில் புதிய தாவரங்களின் இரண்டாம் நிலை வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களைக் குறுகிய காலத்தில் பெற்று, அவற்றைத் தொழிற்சாலைகளில் பெரிதும் பயன்படுத்தி வருகின்றனர்.

ஜப்பான் நாட்டினர் லிதோஸ்பெர்மம் எரித்ரோரைசான் (*Lithospermum erythyrorhiyon*) என்னும் மரத்திலிருந்து ஷிகோனின் என்னும் சிவப்பு நிறமியை உற்பத்தி செய்தனர். இது பாக்டீரியா எதிர்ப்பாற்றல் பெற்றுள்ளமையால் மருந்துப் பொருள் தயாரிப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது கெடு விளைவுகளைத் தராத சிவப்பு நிறமியாக உள்ளமையால் உதட்டுச் சாயம் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. புகையிலைத் திசு வளர்ப்பிலிருந்து ஃபாஸ்போடிஎஸ்டெரேஸ் என்னும் பொருளும், இதய நோய்க்கு யுபிகுயினோன் என்னும் மருந்தும், பையோட்டின் போன்ற பொருள்களும் தயாரிக்கப்

படுகின்றன. மின்னிசோட்டாய் பல்கலைக்கழ கத்தில் கவுல், ஸ்டாபா என்போர் டயஸ்கோரியா டெல்டாய்டியா (*Dioscorea deltoidea*) என்னும் கொடியின் திசு வளர்ப்பிலிருந்து கார்டிகோஸ்டீராய்டு, ஸ்டீராய்டு போன்ற கருத்தடுப்பு மருந்துகளைத் தயாரிக்க உதவும் டயாஸ்ஜினின் போன்ற மூலப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்கின்றனர். கேசியா டோரா (*Coassia tora*), நுணா போன்ற தாவரங்களில் திசு வளர்ப்பு முறையில் வளர்க்கப்பட்ட பொதுச் திசுவிலிருந்து ஆந்த்ராகுயினோன்களை விட 10 மடங்கு குயினோன்கள் எடுக்கப்பட்டன.

நெல்லி மரத்தின் திசு வளர்ப்புப் பொதுத் திசுவிலிருந்து பிளாஸ்மின் எதிர்ப்புப் பொருளான புரதக் குறைப்பான் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. சுடுகாட்டு மல்லிகையிலிருந்து (*Vinca rosea*) திசுவளர்ப்பு முறையில் பெற்ற வறண்ட பொதுத்திசு, கோழிக் குஞ்சுகளின் காக்சிடியன் நோயிற்கும், நுண்ணுயிரிகளினால் (protozoa) ஏற்படும் நோயிற்கும் உரிய தடுப்பு மருந்தாக விளங்குகிறது.

தாவரச் செல் வளர்ப்பு. 1902 ஆம் ஆண்டில் ஹாபர்லாண்டு என்பார் தனிச் செல்களை வளர்க்க முயன்றார். திசுக்கள் வளர்க்கப்பட்ட சூழலில் குளூட்டமைன், செரைன் போன்ற அமினோ அமிலங்களும், சைடோகினின் போன்ற வளர்வூக்கிகளும் கலந்து தனிச் செல்களை வளர்த்தபோது, அவற்றிலிருந்து பொதுத் திசு உண்டாயிற்று. பொதுத் திசுவிலிருந்து புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கினர். இலையின் இடைத்திசுவைப் (*mesophyll*) பொதுவாக அரைத்துக் கழுவி வடிகட்டிய மைய விசைச்சுற்றின் (centrifuge) மூலம் சுற்றச் செய்து தனிச் செல்கள் பிரித் தெடுக்கப்பட்டு அவை ஊட்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பபட்டன. திசு வளர்ப்பு முறை உண்டாக்கப்பட்ட பொதுத் திசுவிலிருந்து தனிச் செல்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு வளர்ப்பது மிகவும் சிறந்த முறையாக உள்ளது. தனிச்செல் வளர்ப்பிற்குப் பெர்க்மேன் என்பார் செல்தட்டுச் செயல்முறையும் மூர் என்பார் வடிதாள் செவிலிச் செயல் முறையும், ஜோன்ஸ் என்பார் நுண் அறைச் செயல்முறையும் கண்டனர்.

தனிச் செல் வளர்ப்பு முறையின் பயன்கள். முந்தைய உடலத் தாவரங்களிலிருந்து ஆய்வு முறையில் உண்டாக்கப்பட்டவற்றில் மரபியல் மாறுபடுகள் உள்ளன. இவை உடல் ஒட்டு மரபியல் மாறுபாடுகள் எனப்படும். இம்மாறுபாடுகளைப் பயன்படுத்தி விரும்பும் பண்புகளுடைய புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கலாம். முழுத் தாவரத்தி லிருந்து வேறுபாடுகளைப் பிரித்தெடுப்பதைவிடச் தனிச் செல் வளர்ப்பிலிருந்து வேறுபாடுகளைப் பிரித்தெடுத்துப் பயிர் முன்னேற்றத்திற்குப் பயன்படுத்துவது எளிதாகிறது. கார்ல்சன் என்பார் செல் வளர்ப்பு முறையில் உண்டாக்கப்பட்ட புகையிலை, மெத்தியோனைன், சல்'.பாக்சிமைன் என்னும் பொருளுக்கு எதிர்ப்புத் திறன் கொண்டிருந்தது. சூடோமோனாஸ் (*Pseudomonas tabaci*) என்னும் நோய் விளைவிக்கும் பாக்டீரியாவில், மேற்கூறிய பொருள், எதிர்ப்புத் திறன் பெற்று விளங்குகிறது என்றும் கண்டுபிடித்தார். செடிக் கொல்லிகளுக்கு எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற பொருள்களான அமிட்ரால், சோடியம் குளோரேட் பிக்லோராம் போன்ற பொருள்களும் புகையிலைத் தனிச்செல் வளர்ப்பின் மூலம் பெறப்பட்டன. அமினோ அமில எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற உருளைக்கிழங்குச் செடிகளும் செல் வளர்ப்பு முறையில் உண்டாக்கப்பட்டன. மிகுதியான உப்பு அளவினைத் தாங்கும் திறன் பெற்ற புகையிலைச் செடிகள் தனிச் செல் முறையில் பெறப்பட்டன.

உயிரி மாற்றப் பொருள் முறையினால் நுண்ணுயிரிகளின் வேதிச் செயல்முறையின் மூலம் பெறப்படும் மாற்றப் பொருள்களை எளிய வழியில் பெறலாம். டிஜிடாக்சின், போன்றவற்றிலிருந்து செல் வளர்ப்பு முறையில் எளிதாகக் குறுகிய காலத்தில் டிகாக்சின், போன்ற மருந்துப் பொருள்கள் பெறப்பட்டன. பருத்திக் கொட்டையிலிருந்து பஞ்சு மட்டும் எடுக்காமல், பருத்திச் திசுச்செல் வளர்ப்பின் மூலம் பஞ்சுநார்கள் எடுக்கப்பட்டமையும் குறிப்பிடத்தக்கது.

புரோட்டோப்பிளாச வளர்ப்பு. தாவரச் செல்களில், செல்சுவர் நீக்கிய பகுதி புரோட்டோப்பிளாசம் எனப்படும். இது தனிச் செல் அமைப்பினைக் குறிக்கிறது. செயற்கை முறையில் வளர்க்கப்பட்ட புரோட்டோப்பிளாஸ்ட்டுகள் முழுச்செல்களைவிட ஒட்டு வைக்கவும், திடீர் மாற்றப்பாதை வளர்ச்சிக்கும் பெரிதும் உதவுகின்றன. இவை உட்லக கலப்புச் செயல்முறைக்கு உதவுவதுடன், அயல் செல் உறுப்பு, பாக்டீரியம் அல்லது வைரஸ் துகளை உள்ளே நுழைக்கவும் வாய்ப்பளிக்கும். புரோட்டோபிளாஸ்ட்டுகளின் பண்புகளுடன் செல்லின் முழுத்திறனும் சேர்ந்து அடிப்படைச் செயல்முறை ஆய்விற்கும் உடலச்செல் மரபியலுக்கும் வழிவகுக்கும். அயல் செல்லின் மரபுப் பொருள் (germplasm) உடலகக் கலப்பு வளர்வூக்கிகளின் செயல், சவ்வு அமைப்பு, பணி, செல் சுவர்ச் சேர்க்கை முதலியன பற்றி அறியவும் புரோட்டோபிளாச வளர்ப்பு வழி வகுக்கிறது.

- கே.ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

துணைநூல். R.P. Singh, *Introduction to Biotechnology*, Central Book Depot, Allahabad, 1990.

திசு, விலங்கு

ஒரு செல் உயிரியான அமீபா முதல் மிகப் பெரிய உயிரியான நீலத்திமிங்கலம் வரையிலும் அனைத்து உயிரிகளும் செல்களால் ஆனவை. ஆனால், இந்தச் செல்களின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு விலங்கினத்திலும் வேறுபடும். செல்கள் தனித்தியங்கும் தன்மையற்றவை யாதலால் உடலின் ஒவ்வொரு பணியையும் மேற்கொள் வதற்குச் செல்களின் கட்டமைப்புத் தேவைப்படுகிறது. இவ்வாறு உருவத்திலும் செயலிலும் அமைப்பிலும் ஒத்த செல்களின் தொகுப்புப் பற்றிய படிப்பிற்குத் திசுவியல் (histology) எனப் பெயர். கிரேக்க மொழியியில் ஹிஸ்டோஸ் என்பதற்குத் திசு எனவும் லோகேஸ் என்பதற்கு விவாதம், படிப்பு எனவும் பொருள்படும். திசுவியல், நுண்ணோக்கி கண்டு பிடிப்பதற்குப் பின்னரே விரைவாக வளரத் தொடங்கியது.

செல், பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்றவற்றை உருப் பெருக்கியின் உதவியினால் மட்டுமே காண முடியும். உருப்பெருக்கி, காண வேண்டிய பொருளைப் பல மடங்கு பெரிதாக்கிக் காட்டும். உருப்பெருக்கியின் கீழ்க் காணக்கூடிய பொருள்கள் ஒளி ஊடுருவக் கூடியனவாகவோ, ஊடுருவும் தன்மையற்றனவாகவோ இருக்கலாம். திசுக்களை உடற்கூற்று வகைப்பாட்டியல், கருவளர்ச்சி வகைப்பாட்டியல், செயல்பாட்டு, வகைப்பாட்டியல் என்னும் பிரிவுகளில் கொணரலாம்.

உடற்கூற்று வகைப்பாட்டியல். இவ்வகைப்பாடு எலும்புத் திசு, நரம்புத்திசு, இனப்பெருக்கத் திசு போன்ற உறுப்புகளை வைத்துப் பிரிக்கப்பட்டது. இவ்வகைப்பாட்டியலில் குறிப்பிட்ட திசுக்களை மட்டுமே வகைப்படுத்தலாம் என்னும் குறைபாடு உள்ளது.

கரு வளர்ச்சி வகைப்பாட்டியல். இவ்வகையில் திசுக்கள் தோன்றுமிடங்களிலிருந்து வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. கருவின் வெளிப்பக்கம் காணப்படும் செல்களின் தொகுப்பைப் புறத்தோல் திசுக்கள் (ectodermal tissues) எனவும் உடலினுள்ளிலிருந்து தோன்றும் செல்களின் தொகுப்பை அகத்தோல் திசுக்கள் (endodermal tissues) எனவும், இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட பகுதிகளிலிருந்து உருவாகும் செல்களின் தொகுப்பை இடைத்தோல் திசுக்கள் எனவும் கூறலாம். இவ்வகைப்பாடு படிமலர்ச்சிப் பற்றிய படிப்பிற்கு உதவும். இவ்வகைப்பாட்டிலும் இடைத்தோல் திசுக்களை இனங்காண்பதில் ஏற்படும் கடினம் ஒரு பெருங்குறையாக உள்ளது.

செயல்பாட்டு வகைப்பாட்டியல். இதுவே ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட, எளிய, தெளிவுமிகு வகைப்பாடாகும். இதில், செய்யும் பணிகளின் அடிப்படையில், திசுக்கள் பலவாறாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

உணவுக் குழல் திசுக்கள். இவை வாயின் உட்புறத்திலும், உணவுக் குழலிலும் காணப்படும். வாய்ப் பகுதியில் இத்திசுக்கள் மெல்லிய இழை போன்று தட்டையாகவும், அடுக்காகவும் காணப்படும். இத்திசுக்கள் மிகுதியும் பயன்படக்கூடியனவாதலால் அடிக்கடி அழிவதற்கு வாய்ப்புண்டு. இருப்பினும் ஈடுசெய்வதற்கு மிகுதியான திசுக்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இத்திசுக்கள் உற்பத்தி செய்யும் நீர்மத்தில் பல நொதிகள் உள்ளன. நொதிகள் உணவுப் பொருளை ஈரப்படுத்தி, செரிக்கச் செய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன.

கல்லீரல் திசுக்கள், இச்செல்கள் பாலூட்டிகளின் உடலில் இன்றியமையாதவை. இவை கிளைகளையும் பன்முக வடிவையும் பெற்றவை. குருதியோட்டம் மிகுந்துள்ள கல்லீரல் திசுக்கள் தொகுப்புகளாகக் காணப்படும். கல்லீரல், திசுக்கள் தேவைக்கு மிகையான சர்க்கரையைக் கிளைகோஜனாக மாற்றிச் சேமித்து வைக்கின்றன. குருதியின் நச்சை நீக்கிச் சேமித்துப் பின்பு வெளியேற்றுகின்றன. பகுதியாய்ச் சிதைக்கப்பட்ட குருதிச் சிவப்பு அணுக்கள் 1 நொடிக்கு 3,00,000 எனக் கல்லீரலில் சேர்கின்றன. புரதம், கொழுப்புப் போன்றவற்றின் உற்பத்தி கல்லீரல் திசுக்களின் கீழ் நடைபெறுகிறது. குருதிப்புரதமும், யூரியாவும் உற்பத்தியாகிப் பின்பு யூரியா, கழிவாக வெளியேற்றப்படும்.

நுரையீரல் செல்கள். சுவாசத்தோடு தொடர்புடைய இத்திசுக்களின் உதவியால் வளிமப் பரிமாற்றம் நடைபெறகிறது. கீழ்நிலை விலங்குகளில் உடலின் மேற்பகுதியிலோ செவுள்களின் உதவியாலோ வளிமப் பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது.

விலங்கினங்களின் வாழ்விடங்களுக்கு ஏற்பச் சுவாச உறுப்புகளின் வளர்ச்சியும் வேறுபடும். நிலத்தில் வாழ்வதற்கு, ஏற்றவாறு ஊர்வன, பறப்பன, பாலூட்டிகள் போன்றவற்றில் சிறு அறைகள் அடங்கிய பெரிய இரு பைகளாகச் சுவாச உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றால் மிகுதியான காற்றை உள்ளடக்கியும், வெளித்தள்ளவும் முடியும். கணுக்காலிகளில், புத்தக நுரையீரல்கள் (book lungs) காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உடலின் அடியில் நுரையீரல்கள் மடிப்புகளாகக் காணப்படும்.

தகவலமைப்புத் திசுக்கள். இத்திசுக்கள், உடலின் உள்ளும் புறமும் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப உடலைச் சரிசெய்து கொள்ளப் பயன்படுகின்றன. இவை நரம்பு உணர்ச்சி திசுக்கள், நாளமில்லாத் திசுக்கள் அல்லது வேதித் திசுக்கள் என வகைப்படுத்தப்படும்.

நரம்புத் திசுக்கள் நரம்புச் செல்களின் தொகுப்பாகும். நரம்புச் செல்களின் அடிப்படை அலகு நியூரான் ஆகும். இவை உடலில் மில்லியன் கணக்கில் காணப்படும். ஒரு நியூரான், செல் உடலையும் அதைச் சுற்றிச் சைட்டோப்பிளாசத்திலான நீட்சியையும் வால் பகுதியையும் கொண்டு காணப்படும்.

நீட்சிகள் மூலம் நரம்புத் தூண்டல் கடத்தப்படுகிறது. இந்த உணர்ச்சி உறுப்புகளிலிருந்து நரம்புத் தூண்டலைப் பெற்று, அதற்குரிய உறுப்புகளுக்கு உணர்வுகள் கடத்தப்படும். நியூரானின் உள்ளே காணப்படும் நீச்சல் உறுப்புகள் நினைவாற்றலோடு தொடர்புடையவை.

வேதித் திசுக்கள். இவை உடலுக்கு இன்றியமையாத ஹார்மோன்களைச் சுரக்கும் திசுக்களாகும். பல கீழ்நிலை உயிரினங்களில் நியூரான்களே சுரக்கின்றன. முதுகுத்தண்டு உள்ளவை, குறிப்பாகப் பாலூட்டிகள் மிகுதியான ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன. இச்சுரப்பிகளுக்கு நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் எனப் பெயர். இந்த ஹார்மோன்கள் செயல்திறன், இயற்பியல், வேதிப் பண்பு ஆகியவற்றில் ஒன்றோடொன்று வேறுபடுகின்றன. ஹார்மோன்கள் உடல் வளர்ச்சி, வளர் சிதை மாற்றம் போன்றவற்றிற்கு இன்றிமையாதவை.

இணைப்புத் திசுக்கள். உடலின் உறுப்புகளை ஊடுருவிக் காணப்படும் இத்திசுக்களுக்கு இடையே வெள்ளைய ணுக்கள், நார்ப்புரதம் ஆகியவை காணப்படும். இத்திசுக் களுக்கு இழுப்பு விசை மிகுதி, இவற்றிலுள்ள கொல்லாஜன் அடுக்காகவும் இழையாகவும் நீட்சிகளுடன் காணப்படும். நார்ப்புரதமும், கொல்லாஜனும் கலந்து மஞ்சள் நீட்சி (yellowy elastic) இணைக்கும் திசுவாகக் காணப்படும்.

குருத்தெலும்புத் திசுக்கள். செல்களிலிருந்து சுரக்கப்படும் இச்செல்கள் வெண்ணிற, ஜெல்லி போன்ற, சாம்பல் கலந்த, சர்க்கரைப் பொருளை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை பின்னர் குருத்தெலும்பாக மாறுகின்றன. குருத்தெலும்புத் திசுக்கள் மெல்லுடலிகள் போன்ற முதுகுத்துண்டு அற்ற விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன.

தசைத் திசுக்கள். தசைத் திசுக்களில் இரு வகையான செல்கள் காணப்படுகின்றன. ஒரு வகைச் செல்களில் ஓர் உட்கரு மட்டுமே காணப்படும். மென்மையான திசுக்களில் காணப்படும் இவை தானியங்கி நரம்பு மண்டலத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இத்திசுக்கள் உடலின் உள்சூழ்நிலையோடு தொடர்புடையவை. மற்றொரு செல் வகைகள் வரித்தசைகளை உருவாக்குகின்றன. இவற்றை எலும்புக் கட்டுத் தசைகளாகவும் கூறலாம். உட்கருக்கள் மிகுந்த இத்தசைகளை மைய நரம்பு மண்டலம் இயக்குகிறது.

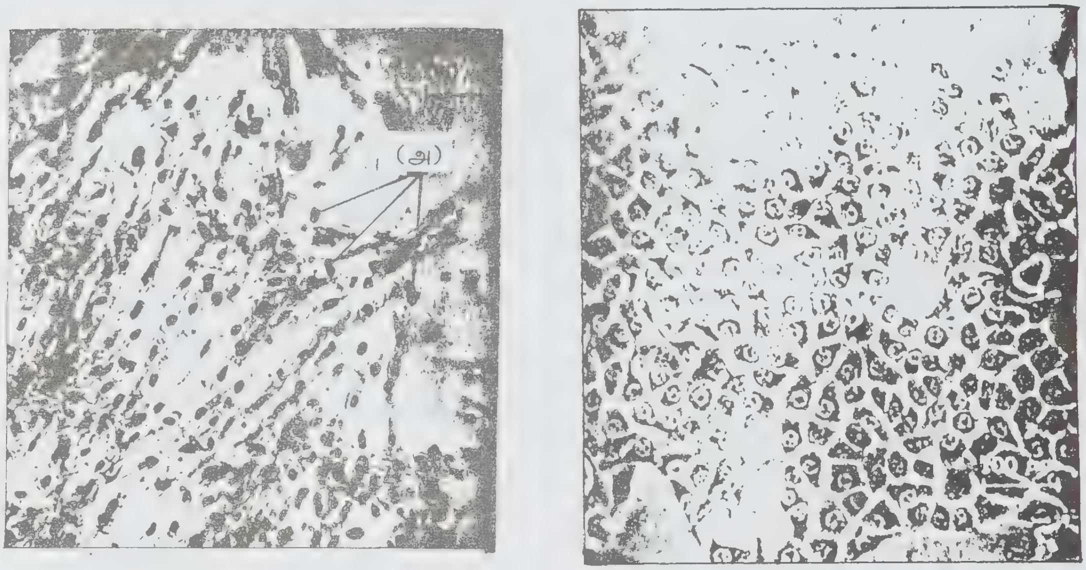
மென்மையான தசைத் திசுக்கள் போர்வையாக உடல் உறுப்புகளோடு சேர்ந்து காணப்படும். செல் சுவர்கள் சேருமிடங்களில் இத்திசுக்கள் நீட்சிகள் மூலம் இணைந்திருக்கும்.

இனப் பெருக்கத் திசுக்கள். இவை ஆணில் விந்தகமும், பெண்ணில் சூலகமும் ஆகும். இவை முறையே விந்து, முட்டைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை பெரிய பையைப் போன்று இனச் செல்களை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்களுடன் காணப்படுகின்றன. கீழ் விலங்குகளில் சூலகமும், விந்தகமும் ஒரே விலங்கில் காணப்படும். முகுது நாண் உள்ள விலங்குகளில் விந்து நுண்குழாய்கள் அடங்கிய பையைப் போன்று உருவாகும். நுண் குழாய்களுக்கு இடையில் இணைக்கும் செல்கள் காணப்படும். ஆணில் இனச் செல்களுக்கென்று தனியாகக் குழாய் இல்லை. பெண் உயிரியில் இரட்டைச் சூலகங்கள் காணப்படும். இவற்றையும் கருப்பையும் கருக்குழாய்கள் இணைக்கின்றன. மேலும் இனச் செல்லிற்குத் தனிக் குழாய் உண்டு. இனச செல்களோடு ஹார்மோன்கள் நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. விந்தகச் சுரப்பி இணைக்கும் திசுக்களில் காணப்படும். பல விலங்குகளில் வெளிக்கருவுறல் நடைபெறும். மீன், ஊர்வன, பறவை, பாலூட்டிப் போன்றவற்றில் உட்கருவுறுதல் நடைபெறும்.

- அ. சிவானந்தம்

உயர்தாவர, விலங்குத் திசுக்களைச் செயற்கையாக வளர்த்தல் திசு வளர்ப்பு (tissue culture) எனப்படும். உயிரினங்களின் பலவிதமான உறுப்புகளின் உள்ளார்ந்த செல்கள் பற்றிப் பகுப்பாய்வு செய்யப் பல்வகை நுண்ணாய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

கி.பி. 1900 ஆம் ஆண்டிலேயே விலங்குகளின் உடலுக்கு வெளியே அவற்றின் செல்கள் புதியதோர் இயற்பிய, வேதிச் சூழலில் எவ்வாறு எதிர்ச் செயல்கள் புரிகின்றன என்பது பற்றி ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. முதல் தலைமுறையில், கோழிக் குஞ்சுத் திசுக்கள் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் மாற்றப்பட்டுத் தகுந்த இயற்பியல் சூழலில் அந்தச் செல்களுக்குத் தேவையான தகுந்த ஊட்டச் சத்துக்களைச் செல்கள் உட்கொள்ளச் செய்தனர். உடனே அவற்றிற்கு ஈடு செய்யும் வகையில் நிரப்பினால், செல் பெருக்கம் இயல்பான முறையில் நடைபெறுகிறது என்று செயல் விளக்கம் செய்து காட்டப்பட்டது. தொடக்கக் காலத்தில் திசு வளர்ப்பு முறைகளில், மிகப் பெரும்பாலான செல்களை ஒன்றாகச் சேர்த்து, ஒரு சமுதாயமாக இணைத்த போதுதான் செல்கள் பெருக்கமடைந்தன. செல்களின் மிகப்பெரும் வளர்ச்சி செல் பெருக்கச் செல்களின் பல சிறப்பான ஆய்வு முறைகளைத் தோற்றுவித்தது. குறிப்பிட்ட தனிப்பட்ட செல்லின் இனப்பெருக்கச் செயலை உண்டாக்க எத்தகைய குறிப்பிட்ட சூழல்கள் தேவைப்படுகின்றன என்பதை அறுதியிடுவது கடினமாகும்.



1 2

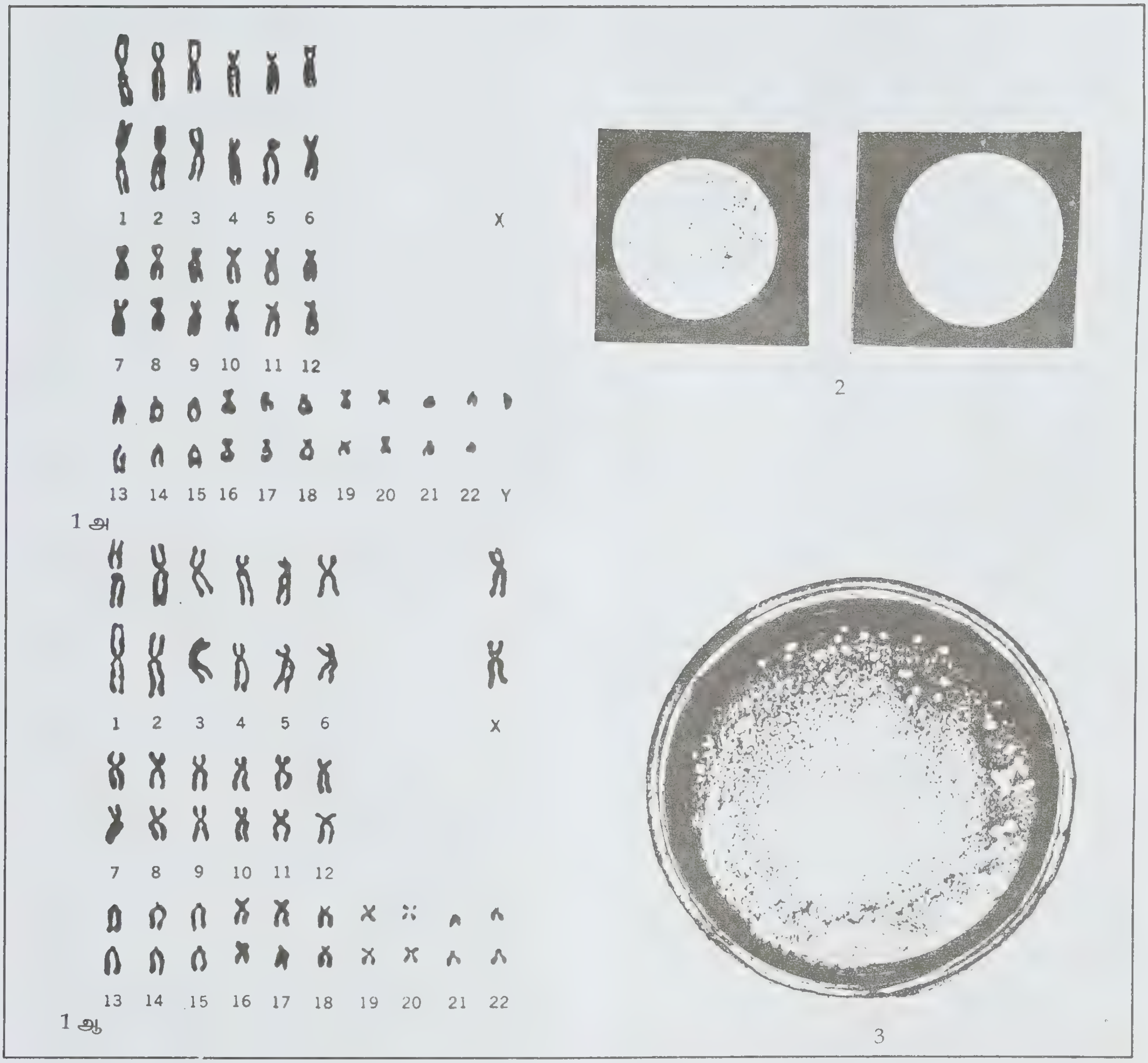
1. மனித மண்ணீரல் செல்கள்

அ. செல் நியூக்ளியஸ்

2. கண்ணாடித் தட்டில் கட்டமைவுகள் வளர்தல்

தனிச்செல்களை நுண் குழல் ஆய்வுக் குழாயில் இட்டு, நன்கு மூடி வைத்த போது, அவை தகுந்த சூழலில் வளர்ச்சி அடைந்தன என்று அறிஞர்கள் குழு கண்டுபிடித்தமை, திசு வளர்ப்பு வழியில் பெரும் முன்னேற்றம் என்று கருதப்பட்டது. இத்தகைய செல்கள் பின்பு மிகப் பெரும் செல் தொகுதிகளாக வளர்க்கப்பட்டன. அதனால் இவற்றுள் ஏதேனும் பாலுண்ணி விலங்குகளின் உடல்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு சில செல்கள் தன்னிச்சையான பாக்டீரியச் செல்களைப் போல், ஒதுக்கீட்டில் தன்னிச்சையாகப் பெருக்கம் அடைகின்றன என்பது செயல் விளக்கம் செய்து காட்டப்பட்டது. தொடக்ககாலத் திசு வளர்ப்பு முறையில் கண்ணாடி அல்லது செல்லோ∴பேன் காகிதம் போன்ற திடமான தளப் பொருள்களின் மேல்தான் செல்களின் வெற்றிகரமான வளர்ச்சி காணப்பட்டது. கி.பி.1954 ஆம் ஆண்டில் நீர்ம ஊடகத்திலும் செல்கள் வளரும் என்னும் செயல்முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால், பல ஆண்டுகளுக்கு ஒரே கொள் கலனில் தொடர்ச்சியாகச் செல்களை வளர்க்கலாம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. செல்பெருக்கத்திற்கெனத் தனிப்பட்டு விளங்கும் ஊடகங்கள் சிலவற்றைக் குறிப்பாக விலங்கு நிணநீர் தவிர்க்கப்படுவதற்கும் வழி வகுத்தது.

ஆய்வுக் குழாய்களில் பாலுண்ணிச் செல்களின் வளர்ச்சிக்கு உரிய வேதிப் பொருள்கள் பற்றிய ஆய்வு பல ஆய்வுக் கூடங்களில் செய்யப்பட்டது. பல செல் கூட்டங்களை நீண்ட காலத்திற்கு முற்றிலும் மூலக்கூறு இயலான குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கலாம் என்ற அறிப்பட்டது. குருதியிலிருந்து எடுத்துத் தூய்மையாக்கப்பட்ட புரதப் பகுதியுடன் முற்றிலும் வரையறை செய்யப்பட்ட சிறிய மூலக்கூறு எடையுள்ள பொருள்கள் கலந்த ஊடகத்தில் தனிச் செல்களை வளர்க்கலாம். இத்தகைய முற்றிலும்



1. மனிதக் குரோமோசோம் இணைவாக்கம்
   அ. ஆண் செல்கள்; ஆ. பெண் செல்கள்
2. செல் பெருகலில் வெவ்வேறு வகைத் திடீர்மாற்றம் செல்களின் செயல்பாடு
3. வைரசால் தாக்குற்ற செல் சிதைவுப் பகுதிகள்

வரையறை செய்யப்பட்ட சிறிய மூலக்கூறு எடையுள்ள பொருள்கள் வருமாறு; உப்பு, அமினோ அமிலம், குளுக்கோஸ், கோலின், இன்சிடால், பையோடின், பான்டோதீனிக் அமிலம், ஃபாலிக் அமிலம், நியாசினமைடு, பைரிடாக்சின், ரிபோஃபிளேவின், தயாமின், B_{12} போன்ற வைட்டமின்கள். பாலுண்ணிச் செல்களுள் குறிப்பிட்ட இயல்பான அல்லது நோயுற்ற செல்களின் குறிப்பிட்ட ஊட்டத் தேவைகளைக் கணிப்பதற்கும் அவற்றின் மூலக்கூறு வளர்சிதை மாற்ற வழி முறைகளை ஆய்வதற்கும் அறிவியல் ஆய்வு முன்னேற்றம் வழி வகுத்தது.

அளவீடு. செல் வளர்ச்சிக்கு உரிய அளவீட்டு முறைகளைப் பற்றிய ஆய்வில், திசு வளர்ப்பில் விலங்குச் செல்கள் கண்ணாடித் தகட்டில் தனித்த செல்களாகப் பிரிக்கப்பட்ட, ஒவ்வொன்றும் கரு கூட்டமைவினை (colony) உண்டாக்கும் சூழல் உண்டாக்கப்பட்டது. இம்முறையைப் பயன்படுத்தி, விலங்கு மனிதச் செல்கள் வெற்றிகரமாக வளர்க்கப்பட்டன. இம்முறை, பாலுண்ணிச் செல்களில் குறிப்பிட்ட வகையான ஆய்வுகள் செய்ய வாய்ப்பளித்தது. செல் வளர்ச்சியில் இயற்பிய வேதிக் காரணிகளின் விளைவினை, குறிப்பிட்ட சூழலில் எத்தனைச் செல்கள் பெருக்கமடைகின்றன என அளவீடு செய்து அறியலாம். தனிப்பட்ட செல்கள் மாறுபாடான ஊடகங்களில் எவ்வாறு வளர்ச்சி அடைகின்றன என்பதையும் நுட்பமாக அளவீடு செய்து கொள்ளலாம்.

பாரம்பரியச் செயல்முறைகள். விலங்குச் செல்களில் உள்ள பாரம்பரியச் செயல்முறைகள் பற்றி அறிந்து கொள்ளவும், திசு வளர்ப்புச் செயல்முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. திசு வளர்ப்பில் பழைய செயல் முறைகளினால் செல்களில் உள்ள மரபுகளின் குரோமோசோம் அமைப்பிலிருந்து செல்களின் உள்ளார்ந்த ஆற்றலைப் பற்றி அறிய முடியவில்லை. ஆனால் புதிய செல் வளர்ப்பு முறைகளி லிருந்து, குரேமோசோம் அமைப்பு மாறுதல்களையும் அத்த கைய குரோமோசோம்களைப் பெற்ற செல்களின் உள்ளார்ந்த செயல் ஆற்றல்களையும் பணிகளையும் பற்றி அறிய முடிகிறது. இதனால் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் இவற்றில் கவனம் செலுத்தி, திசு வளர்ப்பில் பாலுண்ணிச் செல்களின் குரோமோசோம் அமைப்பினை ஆய்வதற்கு உரிய புதிய வழி முறைகளைக் கண்டுபிடித்தனர். இத்தகைய செயல்முறை ஆராய்ச்சியினால் ஏற்பட்ட முன்னேற்றத்தின் விளைவாக, நீண்ட காலத்திற்குச் செல் வளர்வதற்கான சூழலை அமைத்துக் கொடுத்துச் செல் வளர்முறை ஆராயப்பட்டது. இத்தகைய செல்களில் பலவிதமான உயிர் வேதியியல், மரபியல் ஆய்வுகளை நம்பிக்கையாகச் செய்ய வழி வகுக்கப்பட்டது. இவ்வாய்வுகள் விலங்குகள் கூட்டமைப்பாக இருக்கும் சூழலில் உள்ள செல்களில் எத்தகைய செயல்கள் ஏற்படுகின்றன என்பது பற்றியும் அறிய உதவின. பல ஆய்வுகளின் மூலம் செல் மாதிரியைத் திசு வளர்ப்பிற்கு என்று ஓர் உயிரினத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்து, அதை ஆய்வுக்குழாயில் 1 நிமிடத்திலேயே நிலைத்து வளர்ப்பதற்கான முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது.

திசு வளர்ப்பின் மூலம் குரோமோசோம் ஆய்வுகள் செய்ததின் பயனாக, 30 ஆண்டுக் காலமாகக் குரோமோசோம் பற்றி மக்கள் கொண்டிருந்த தவறான கருத்து மாறியது. மனிதனில் 48 குரோமோசோம்கள் உள்ளன என்னும் போலி நம்பிக்கை, திசு வளர்ப்பின் மூலம் தகர்க்கப்பட்டு, மனிதனில் 46 குரோமோசோம்களே உள்ளன என்னும் உண்மை கி.பி. 1956 ஆம் ஆண்டில் நிலை நாட்டப்பட்டது. இவ்வுண்மை பல ஆய்வுக் கூடங்களிலும் பல மனிதத் திசுக்களை ஆய்வு செய்த பிறகு உறுதி செய்யப்பட்டது. மரபியல் நோய்களினால் 46 எண்ணிக்கைக்கு மாறான குரோமோசோம் எண்ணிக்கை மனிதனில் காணப்படுவதும் அறியப்பட்டது.

சூல்பைத் தோற்றக் கோளாறு உள்ள பெண்ணில் 46 குரோமோசோம்களுக்கு மாறாக 45 குரோமோசோம்கள் உள்ளமையும் ஆய்ந்து அறியப்பட்டது. அவ்வாறிராமை பால் குரோமோசோம் என்றும் அத்தகையவர்கள் xo என்னும் குரோமோசோம் அமைப்புடையவர்கள் என்றும் ஆய்வின் மூலம் தெரிய வந்தது. டௌன் நோயியம் (Down's syndrome) என்னும் பிறவிக்குறை உள்ள குழந்தைகளுக்கு இயல்பிற்குக் குறைவான அறிவும், இயற்பியல் அடையாளங் களும் இருக்கும். இதற்கு 21 ஆம் இரட்டைக் குரோமோ சோமில் ஒரு மிகையான குரோமோசோம் உள்ளமையே காரணமென அறியப்பட்டது. 1959 ஆம் ஆண்டில் உலக அறிஞர்களால் ஒத்துக் கொள்ளப்பட்ட டென்னர் அமைப்பு (Denner system) என்பது மனிதக் குரோமோசோம்களை இனம் கண்டு, வகைப்பாடு செய்வதற்கு உரிய வழி எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மனிதக் குரோமோசோம் ஒவ்வொன்றும் இனம் கண்டு கொள்ளப்பட்ட, அதன் அமைப்பு விரித்துரைக் கப்பட்டது. இயல்பான மனிதக் குரேமோசோம்களும், நோய்க் குரோமோசோம்களும் ஒப்பிடப்பட்டுப் புற்றுநோ செல்களில் மிகுதியான குரோமோசோம்கள் இருந்ததையும் அறியப்பட்டது. குரோமோசோம் வகை (karyo type) என்பது ஓர் உயிரினம் அல்லது தொடர்புடைய உயிரினங்களின் குரோமோசோம் அமைப்பினைக் குறிக்கும். ஆண்களில் காணும் Y குரோமோசோம் என்பது X குரோமோசோமின் அளவில் மூன்றில் ஒரு பங்கே உள்ளது. இத்தகைய குரோமோசோம்கள் ஆணில் ஒன்றும், பெண்ணில் இரண்டுமாக உள்ளன. ஏனைய குரோமோசோம்கள் அவற்றின் அளவு இணைமணியின் (centromere) அமைவிடம், குறிப்பிடத்தக்க பட்டைகள் ஆகியவற்றினால் இனம் காணப்படுகின்றன.

பாலுண்ணிச் செல்களின் மரபியல், உயிரி வேதியியல் ஆய்வுகளின் மூலம் திடீர் செல் வளர்ப்பு முறைக்கான ஒதுக்கீடும், வளர்ப்பு முறைகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பாக்டீரியாக்களின் மூலக்கூற்று உயிரியலை வெற்றிகரமாக ஆய்ந்து அறிவுற்கேற்ற முறைகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளவும் பயன்பட்டன. மாறுபாடான வளர்ச்சித் தேவைகள் பெற்ற திடீர் மாற்றச் செல் கூட்டங்கள் ஆய்வுக் குழாயில் வளர்க்கப்பட்டு, அவற்றின் உயிரி வேதியியல் தன்மைகளும் அறியப்பட்டன. பாலுண்ணிச் செல்களில் திடீர் மாற்றம் தோற்றுவிக்கக்கூடிய இயற்பிய, வேதிக் காரணிகளைத் துல்லியமாக அளவீடு செய்வதற்கும் இந்த ஆய்வுகள் உயிரி வேதியியல் முறைகளை பாலுண்ணிச் செல்களின் மரபியல், உயிரி வேதியியல் முறைகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளவும் பயன்பட்டன. பல திடீர் மாற்றப் பொருள்களுக்குத் திடீர் மாற்ற வீதமும் கணக்கிடப்பட்டது. குரோமோசோமில் அமைந்துள்ள மரபிகளின் அமைவிடங்களைக் குறிப்பதற்கு உரிய முறைகள் உள்ளன. மாறுபாடான மரபியல் தன்மைகள் உள்ள செல் நொதிகள் அளவைத் துல்லியமாக அளக்கவும் ஆற்றல் வாய்ந்த செயல் முறைகள் உள்ளன. இவற்றின் மூலமாகப் பாலுண்ணிகளின் மாறுபட்ட திசுக்களில் உள்ள மரபி, நொதி, குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி முறை ஆகியவற்றிற் கிடையேயான தொடர்புகள் அறியப்பட்டன.

கதிர்வீச்சு ஆய்வுகள். மனித, விலங்குகளின் தனிச் செல்களில் உயர் ஆற்றல் உடைய கதிர்வீச்சு எத்தகைய விளைவினை ஏற்படுத்துகிறது என்றும், தனிச் செல் பெருக்கம் அடைவதைத் தடுப்பதற்குரிய கதிர்வீச்சு அளவு பற்றியும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பெரும்பாலான பாலுண்ணிச் செல்களில் இத்தகைய கதிர்வீச்சு 100 ராடுகளாக (rads) அமைந்ததது. இவ்வாய்வுகளால் கதிர்வீச்சு நோயியல் பற்றி மக்கள் அறிந்திருந்த தெளிவற்ற தன்மைகள் தகுந்த முறையில் தெளிவாக்கப்பட்டன. பாலுண்ணிச் செல்களில் இனப்பெருக்கச் செயல்மறையைக் கதிர்வீச்சு எவ்விதம் பாதிக்கிறது என்பதை ஆராயும் போது கதிர்வீச்சு, செல்லிலுள்ள குரோமோசோம்களைக் குறிப்பாகப் பாதிக்கிறது என அறியலாம்.

வைரஸ் ஆய்வுகளின் பயன். பாலுண்ணி வைரஸ் முறைகளில், திசு வளர்ப்பு ஒரு புதிய வழியைக் காட்டுகிறது. வைரஸ் மற்றும் நோய்த் தடுப்பு அறிஞர்களைக் கொண்டு பெரிய அளவில் வைரஸ் தயாரிக்கத் திசு வளர்ப்புச் செயல்முறைகள் உதவுகின்றன. இதனால் நோய்த்தடுப்பு மருந்துகள் தயாரிப்பது விரைவுபடுத்தப்பட்டது. மேலும் நோய்க்காரணிகளின் இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியியல் தன்மைகள் பற்றி அறியவும் முடிந்தது. வைரஸ் செல் எவ்விதம் செயல், எதிர்ச் .செயல் புரிகிறது என்பது திசு வளர்ப்பு ஆய்வுகளின் மூலம் அறியப்பட்டது. தட்டுச் செயல்முறை என்னும் திசுவளர்ப்புச் செயல் முறைகளின் மூலம் தனி வைரஸ் துகளை அதன் உருண்டையான வடிவம் அழிவுப் பரப்பு ஏற்படுத்துவதிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். இயல்பாக உள்ள கலவைகளில் எத்தனை வைரஸ்கள் உள்ளன என்பதை இம்முறையின் மூலம் துல்லியமான அறிந்து கொள்ளலாம். குறிப்பிட்ட வைரஸ்களின் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மாறுபாடான இயற்பிய, வேதிச் சூழல்களில் எவ்வகை விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. ஒரு தட்டுப் பரப்பிலிருந்து பெறப்பட்ட சந்ததிகள் யாவும் ஒரே வைரசிலிருந்து உண்டாகியிருக்கக்கூடும். இதனால் வைரஸ்களில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மரபியல் ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள முடிகிறது.

பாலுண்ணிச் செயல்களில் மூலக்கூற்று உயிரியல், வேதியியல், மரபியல் என்னும் இரண்டு அறிவியல் புலங்களை இணைத்து, மூலக்கூற்று உயிரியில் என்னும் அறிவியல் புலம் உண்டாக்கப்பட்டது. இது உயிருள்ள எளிய செல்களை அறிவதற்கேற்றவாறு பெருக்கமடைந்தது. பாக்டீரியாச் செல்களில் செய்யப்பட்ட மூலக்கூறு உயிரியல் ஆய்வுகளினால் உயிருள்ள செல்லின் பணிகள் பற்றி அறிய முடிந்தது. உயிரினங்களில் மரபியல் தன்மைக்கு ஆதாரமான வேதிப் பொருள் டி ஆக்சி ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் என்றும், இது தன் இரட்டிப்புப் பெறும் என்றும், செல்லின் வாழ்வு முழுவதும் புரதச் சேர்க்கைக்கு ஏதுவான மரபிகள் இத்தகைய டி.என்.ஏ. மூலக் கூறுகளாக உள்ளன என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1956-ம் ஆண்டிற்கு முன்பு மனித மரபியலில் பெரும் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டமையால், மேற்கூறிய அணுகு முறையினைப் பயன்படுத்த இயலவில்லை. பாக்டீரியச் செல்களின் இனப்பெருக்கக் காலம் 20 நொடிகளாகவும், மனிதனில் 25 ஆண்டுகளாகவும் இருந்தன. எனவே, மரபியல் சிறப்பு வாய்ந்த மனிதக் கலப்புகளைக் குறுகிய கால அளவிற்குள் செய்து அதன் விளைவுகளை அறிய முடிவதில்லை. மனித மரபியல் அமைப்புகள் குரோமோசோம் மட்டத்தைவிட தனி மரபி மட்டத்தில் திசு வளர்ப்பினால் மிகுதியும் ஆயப்பட்டன. பெரும் எண்ணிக்கையிலான மரபிகள் இனம் காணப்பட்டு, அவற்றின் புரதப் பொருள்கள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன. இத்தகைய ஆய்வு முன்னேற்றத் தினால் மனிதச் செல்களில் நடைபெறும் உயிரி வேதியியல் வழிமுறைகளை மிகத் துல்லியமாக அறிந்து கொள்ள இயலும். மேலும் முற்காலத்தில் புலப்படாத பல நோய்களுக்கும் குறிப்பிட்ட குறைபாடு உள்ள உயிரி வேதிச் செல்களே காரணம் என்பதும் மேற்கூறிய ஆய்வுகளினால் அறியப்பட்டது.

செல் கலப்பு என்னும் புதிய அறிவியல் வளர்ச்சி திசு வளர்ப்பின் மூலம் ஏற்பட்டு, அதனால் ஆய்வுக் குழாயிலேயே செல்களின் கலப்பினை உண்டாக்க இயலும் என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தகைய செல் கலப்புச் செயல்முறைகளை ஆராயும் போது மனித மரபியல் அமைப்பு, பணி பற்றிய நுண்ணிய விவரங்களை அறிய முடிகிறது. இச்செயல்முறையின் மூலம் மனித மரபிகளின் விஞ்சு தன்மை, அடங்கு தன்மை பற்றி மிகவும் எளிமையான முறைகளில் கணிக்க இயலும். மனித மரபிகள் எவ்வாறு குரோமோசோமில் அமைந்துள்ளன என்பதையும், எந்தெந்த மரபி எந்தெந்த மரபியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதையும் அறிய, மரபியல் படம் வரைவும் முடிந்தது. மரபிக் கட்டுப்பாடு, அமைவிடங்களுக்கு தகுந்தவாறு எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்னும் சிறப்பு வாய்ந்த பண்பும் அறியப்பட்டது. எளிய அமைப்புடைய பாக்டீரியச் செல்களை விடப் பாலுண்ணிச் செல்கள் மிகவும் சிக்கலாக வேறுபாடு அடைபவை. அவற்றின் வேறுபாடாக மரபியல் பகுதிகள் மாறுபாடான செல்களில் உயிர்ப்புடன் இருந்த, ஒவ்வொரு செல் தொகுதியும் அதற்கென ஏற்பட்ட மிகச் சிறந்த முறையில் செயல்படும் என்பதும் அறியப்பட்டது.

எளிய பாக்டீரியாச் செல்களில் அடுத்தடுத்துள்ள மரபிகள் செயல்பட்டு அவற்றின் செயலை நிறுத்திக் கொள்கின்றன. இத்தகைய செயல்முறைகளை அறிந்து கொண்டால், உயிரினங்களில் கருவளர்ச்சியில் ஏற்பட்ட குறையுடைய மரபிக் கட்டுப்பாட்டினால் உண்டாகும் செல் மாறுபாடு அடைதலை அறிய இயலும். உயிரினங்களின் வாழ்வில் வயது முதிர்ச்சியினால் ஏற்படும் குறைகளும், சிதைவினால் உண்டாகும் நோய்களும் மரபிக் கட்டுப்பாட்டில் ஏற்பட்ட தவறினால் உண்டாகின்றன என்று அறியலாம். இவ்வகையில் ஏற்பட்ட மிகப் பெரிய வளர்ச்சி டி.என். மூலக்கூற்றுப் பகுதி முழுக் குரோமோசோம் ஆகியவற்றின் மரபிப் படம் வரைவதாகும். மரபிச் செயல் கட்டுப்பாட்டினை அறிந்து கொள்வதற்கேற்ற அடிப்படையான புள்ளி விவரங்களை அளிப்பதோடன்றி இச்செயல்முறைகள் மரபியல் நோய்களை இனம் கண்டுகொள்ளவும் உதவுகின்றன.

தொடக்கக் கரு நிலையிலேயே இம்முறையில் உதவியினால் தீவிரமான மரபியல் திறமையின்மை கணிக்கப்படும். இத்தகைய குறைவுடைய கருவினைப் பெற்றோர்கள் விரும்பினால் நீக்கிவிடலாம். இதனால் பல மரபியல் குறையுடைய குழந்தைகள் பிறப்பதைத் தவிர்க்கலாம். தனிப்பட்டோரிடமும், ஆய்வுக் குழாயிலும், ஒழுங்குச் செயல்முறைகளுக்குரிய திடீர் மாற்றச் செல்கள், தீர்வுகட்ட நோய்களைப் போன்ற கொழுப்பு வளர்வதை மாற்றத்தில் ஈடுபட்டுள்ளவை பற்றிய பல ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பாலுண்ணிச் செல்களின் சிறப்பு வாய்ந்த மரபுப் பொருள்களுக்குரிய புரதங்களைத் தனித்துப் பிரித்தெடுத்து அவற்றை இனம் கண்டுகொள்ளக்கூடிய முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பலவிதமான திசு வளர்ப்பு ஆய்வுகளில், ஹார்மோன் செயல்முறைகளுக்கு இலக்காக உள்ள ஏற்கும் பகுதிகள் இனம் கண்டு கொள்ளப்பட்டன. மரபியல், உயிரி வேதியியலில் ஏற்பட்ட இத்தகைய வளர்ச்சியுடன் முன்பு விளங்காமல் இருந்த செல் அமைப்புகள், திசு வளர்ப்பு முறையினால் அறியப்பட்டன. மனித மரபியல் நோய்களுக்குரிய மரபிக் குரோமோசோம் திடீர் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளை ஒருமுகப்படுத்துவதற்கான திசு வளர்ப்பு முறைகள் உள்ளன. இப்போதுள்ள பல புற்று நோய்களுக்கும் மேற்கூறிய குறைகளே காரணம் எனக் கண்டறியப்பட்டது. பல மரபியல் நோய்க்கும், புற்று நோய்க்கும் உரிய காரணிகளைக் கண்டறிந்து, அவற்றிற்கான பாதுகாப்பு முறைகளையும் மேற்கூறிய முறைகளைப் பயன்படுத்தி அறிந்து கொள்ளலாம்.

ஏனைய செயல் முறைகள். நுண்ணிய ஒளிப்படவியலில் ஏற்பட்ட பல முன்னேற்றங்களின் விளைவாக, திசு வளர்ப்பில் பல மாறுபாடான செல் இயக்கங்களைக் கண்டறிய முடியும். முழு விலங்கிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட தனிச் செல்கள் தனித்தனியாகப் பிரிந்து, திசு வளர்ப்பின் போது அவை விலங்குகளில் ஒன்றிணைந்த போது உள்ளவாறே செல்கள் மீண்டும் ஒன்றாகத் திரள்கின்றன. ஒரு செல்லின் வாழ்க்கைச் சூழலில் உள்ள பலவிதமான உயிர் வேதியியல் படிமுறைகளை அறியும் விதத்தில் மிகவும் துல்லியமாகப் படம் வரைவதற்கு உரிய முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இம்முறையில் செல்லின் இனப்பெருக்கச் சுழற்சியில் உள்ள குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சிகளை அறுதியிட்டு அறிந்து, அதிலுள்ள குறிப்பிட்ட பகுதியில் மருந்துகளும், ஏனைய காரணிகளும் ஏற்படுத்தும் விளைவினைக் கணிக்க இயலும்.

திசு வளர்ப்பில் உள்ள செல்களில், குறிப்பிட்ட சில வைரஸ்கள், கதிர்கள், மற்றும் ஹைட்ரோகார்பன்களினால் புற்றுநோய் உண்டாக்க இயலும். செல்கள் உயிர் வேதியியல் அமைப்பில் குறிப்பிட்ட மாறுதல்களைப் பெற்று, அதனால் புற்றுநோய் இராத செல்களைத் திசு வளர்ப்பில் கூட்டமாக வளர்க்கும்போது செல்களின் இனப்பெருக்கத் திறனைக் குறைக்கும் தன்மையினை இழக்கின்றன. திசு வளர்ப்பில் உள்ள பல செயல்முறைகளினால் குறிப்பிட்ட செல் வேறுபாடுகளை உண்டாக்கி. அதனால் உடலின் பல உறுப்புகளில் சிறப்பான உயிர் வேதியியல் செயல்களை அறிய முடிகிறது. பலவிதமான ஹார்மோன்கள் மாறுபாடு அடையாத செயல்களிலும் இயல்பான செயல்களிலும் உள்ள

குறிப்பிட்ட நொதிகளைச் சேர்க்கும் விதத்தில் செயல்படுகின்றன. ஊட்டும் அடுக்குகளின் ஓங்கு பண்பினால் இனப்பெருக்க ஆற்றல் எக்ஸ் கதிர் வீச்சின் மூலம் அடக்கப்படும். தசை அல்லது எலும்புச் சோற்றில் உள்ள செல்கள் பெருகி அச்செல்களிலிருந்து மாறுபாடு அடைந்த திசுக்களுக்குரிய குறிப்பிட்ட பணிகளைச் செய்யும் ஆற்றலையும் பெறும்.

- கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

திசை

ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளி நகரக்கூடிய போக்கிற்குத் திசை (direction) என்று பெயர். Oஎனும் புள்ளியிலிருந்து A எனும் புள்ளி OA தொலைவிற்கு நகர்ந்தால், அதன் திசை இடப்பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கமாக உள்ளதெனவும், Aயிலிருந்து Oவிற்கு நகர்ந்தால், அதன் திசை வலப்பக்கத்திலிருந்து இடப்பக்கமாக உள்ளதெனவும் பொருள்படும். OA எனும் துண்டின் மதிப்பை 5 அலகு எனக் கொண்டால் AO எனும் துண்டின் மதிப்பு- 5 அலகாக இருக்கும்.

OX எனும் கோட்டுடன் OA எனும் கோடு O எனும் கோணத்தை இடஞ்சுழியாக ஏற்படுத்தினால், மிகைக் கோணமாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

திசையின்றிக் கணிதமில்லை எனும் அளவிற்கு அதன் இன்றியமையாமை பெருகியுள்ளது.

- எம். அரவாண்டி

திசை உயர அளவி

ஒரு விண்பொருளைக் காணப் பல கருவிகள் பயன்படுகின்றன. ஆனால் அவை பெரும்பாலும் விண்பொருள் உச்சியைக் கடக்கும் போது மட்டுமே காணப் பயன்படும். மற்றக் காலங்களில் காணப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளில் ஒன்று திசை உயர அளவி (alt-azimuth) ஆகும். இக்கருவி, விண்பொருள் எங்கிருப்பினும், அதன் கோணவேற்றம் (altitude) திசைவில் (azimuth) ஆகிய இரண்டையும் கண்டுபிடிக்குமாறு அமைந்துள்ளது.

நடுவரை (equatorial) தொலை நோக்கியின் அச்சு துருவக் கோட்டில் அமையாமல், செங்குத்தாக இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மணி, நிமிடம் குறிக்கப்பட்டுள்ள மணிவட்டம் (hour circle) கிடை நிலையில் அமையும். நடுவரை விலக்க வட்டத்தையும் (declination circle) மணி வட்டத்தையும் சுழற்றி விண் பொருளைக் காட்சிக்குக் கொண்டு வந்தால், கிடைநிலை வட்டம் திசைவில்லையும், குத்து வட்டம் கோணவேற்றத்தையும் காட்டும். சூரியன், சந்திரன் ஆகியவற்றின் கோண விட்டங்களைக் காணவும் திசை உயர அளவி பயன்படுகிறது.

- பங்கஜம் கணேசன்

திசை காட்டி

இது திசையை அறியப் பயன்படும் ஒரு காந்தக் கருவியாகும். புவிகாந்தம் புலத் திசையில் நிலைப்படக்கூடியது. இது சுழற்சித் தானம் ஒன்றின் மீது, சுழலக்கூடிய காந்த ஊசியைக் கொண்டமைந்தது. திசைகாட்டியை முதன்முதலில் எழுத்து குறிப்பிட்டவர் அலெக்சாண்டர் நெக்காம் என்னும் துறவியாவார்.

முதன்முதலாகத் திசைகாட்டியை (compass) 12 ஆம் நூற்றாண்டில் சீனக் கப்பலோட்டிகளும், மத்தியதரைக் கடல் கப்பலோட்டிகளும் பயன்படுத்தியமை அறியப்பட்டுள்ளது. இதில் ஒரு மெல்லிய காந்த ஊசி, நீர் நிரப்பப்பட்ட வட்ட வடிவக்கலத்தின் மையத்தில் நேர்குத்தாகப் பொருந்திய குத்தூசி மீது வைக்கப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக இதனை கடல்பயண திசைகாட்டி (mariner campas) என்பர்.

இக்காலத்தில் திசைகாட்டிகள் மூன்று முக்கிய பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன. அவை வட்ட வடிவகாந்தமாகாத உலோகத்தாலான பெட்டி, குறிக்கப்பட்ட வட்ட வடிவ அட்டை, கூரான முனைகளைக் கொண்ட காந்த ஊசி என்பன.

தத்துவம். ஒரே திசைக் காந்த முனைகள் ஒன்றையொன்று விலக்கும். எதிரிடையான காந்த முனைகள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும். மேலும் புவிக்கு உள்ளார்ந்த காந்தத் தன்மை உண்டு. புவியின் காந்தப்புலம் புவியின் மையத்தில் செறிவுமிக்க சட்டக்காந்தம் உள்ளமை போன்ற விளைவுகளைத் தருகிறது. இதனால் மெல்லியநூலில் கட்டித் தொங்க விடப்பட்ட காந்தத் துருவத் தளத்திற்கு (வடக்கு-தெற்கு) இணையாக நிலைப்படுகிறது. இத்தத்துவங்களின் அடிப்படையிலே காந்தத் திசைகாட்டி அமைக்கபபடுகிறது.

அமைப்பு. திசைகாட்டியில் ஓர் எ஼கு காந்த ஊசி வட்ட வடிவ முகப்புக்கு மையத்தில் கூரான, செங்குத்தான, உராய்வற்ற சுழற்சித் தளத்தின் மீது வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

வட்ட முகப்பு விளிம்பில், வட்ட வடிவ அட்டையில் திசைகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். காந்த ஊசி சுழற்சித் தளத்தின் மீது உராய்வுத் தடையின்றிச் சுழலக்கூடியது. புவிகாந்தப் புலத்திற்கு இணையான (வடக்கு-தெற்கு) திசையில் காந்த ஊசி நிலைப்படும். காந்த ஊசியின் வடதுருவம் தெளிவாகத் தெரியுமாறு நிறமிடப்பட்டிருக்கும். காந்த ஊசி, திசை குறிக்கப்பட்ட அட்டை முதலியன காந்தமாகாத உலோகத் தாலான வட்ட வடிவக் கலத்தினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். கலத்தினுள் காற்றுப்புகா வண்ணம் மேலும் கீழும் கண்ணாடித்தகடுகளால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

12 ஆம் நூற்றாண்டுத் திசைகாட்டியில் வட்ட அளவு கோல் முதலில் எட்டுச் சம பிரிவுகளாக, வடக்கு (N), வடகிழக்கு (NE), கிழக்கு (E), தென்கிழக்கு (SE), தெற்கு (S), தென்மேற்கு (SW), மேற்கு (W), வடமேற்கு (NW) எனப் பிரிக்கப்பட்டிருந்தது. இந்த எட்டுப் பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றும் பாகை இடைவெளியில் நான்கு சமபிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட நுட்பமான திசைகாட்டிகளும் இருந்தன எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

நிலத் திசைகாட்டி. சிறிய அளவுடைய கைக்கடக்கமான திசைக்காட்டியைச் சாரணர், படைவீரர், நில ஆய்வாளர் மற்றும் கால்நடைப் பயணம் செய்வோர் பயன்படுத்துகின்றனர். மிகவும் துல்லியமான நிலத் திசைக்காட்டி ஒரு முக்காலியின் மீது சரிவு கோணத்தை (elevation) அளக்க ஏற்றவாறு ஒரு தொலை நோக்கியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இடப்பெயர்ச்சிக் கருவி (transit) அல்லது தளமட்டக் கோண அளவி (the odelite) எனக் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. இக்கருவி சமதளநில அளவீட்டு (plan survey) ஆய்வுக்காக பயன்படுகிறது.

கடல் திசை காட்டி. கடற் பயணங்களின் போது கப்பல் செல்லும் திசையறியக் கடல் திசை காட்டி பயன்படுகின்றது. இது தானாக மட்டத்தைச் சரிபடுத்திக் கொள்ளும் அமைப்புடையது.

நவீன கடல் திசைகாட்டி கப்பல்களில் நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. அதன் வட்ட அளவுகோலில் வடக்குத்திசை எனவும் அதிலிருந்து வலஞ்சுழியாக 360° எனவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் கோணக்குறியீடுகள் எடையற்ற வட்ட அட்டையில் குறிக்கப்பட்டுக் காந்தக் குறிமுள்ளின் கீழே பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

வானூர்தித் திசைக் காட்டி. விமானத் திசைகாட்டியில் வட்டத்தகட்டு அட்டைக்குப் பதிலாக உருளை வடிவ அட்டையின் வெளிப்பரப்பில் கோண அளவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். நீர்மம் நிரப்பப்பட்ட பெட்டியினுள் அளவுகோல் ஒரு கண்ணாடி ஜன்னல் முன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்திசைகாட்டியில் ஏற்படும் குறைகளைத் தவிர்க்க இது மின்கருவிகளிலிருந்து தொலைவில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

குறைகள். சரியாகப் பொருத்தப்படாத திசைகாட்டி மற்றும் தவறான குறியீடு முதலானவை குறைகளை ஏற்படுத்தும். இக்குறைகளைத் தவிர மாற்றம் (variation) திசை விலகல் (deviation) என்னும் இரு முக்கிய குறைகளும் ஏற்படுகின்றன.

மாற்றம். புவித்துருவத் தளத்திற்கும், காந்தத் துருவத் தளத்திற்கும் இடையேயான சிறிய கோணம் மாற்றம் அல்லது ஒதுக்கம் (declination) எனப்படுகிறது. திசைகாட்டியின் குறிமுள் புவிகாந்தத் தளத்திற்கு இணையாக மட்டுமே நிலைப்படும். இதனால் சரியான திசையை அறிய இயலாமல் பிழை ஏற்படும். மேலும் இக்குறையின் அளவு திசைகாட்டியின் இருப்பிடத்தைப் பொறுத்து அமையும்.

திசை விலகல். இது திசைகாட்டியின் காந்த ஊசி அச்சிற்கும் காந்தத் துருவத் தளத்திற்கும் இடையே ஏற்படும் கோணமாகும். திசைகாட்டிக்கு அருகேயுள்ள காந்தப் பொருள்களால் இக்குறை ஏற்படும். எடுத்துக்காட்டாகக் கப்பலின் காந்தப் புலம் திசைகாட்டியின் இத்திசைமாற்றத்தை ஏற்படுத்தும்.

– சி.எஸ். தினகரன்

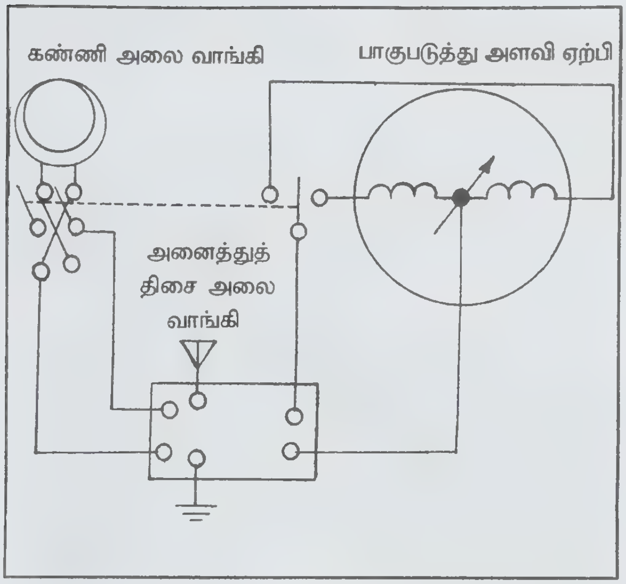
திசைகாண் கருவி

ஒரு ரேடியோ சைகை வருகின்ற திசையை அறியப் பயன்படுத்தும் கருவி, திசைகாண் கருவி (direction finding equipment) எனப்படுகிறது. இது ரேடியோ அலை முகப்பின் திசைப் பாட்டையோ ரேடியோ அலையின் காந்த அல்லது மின் வெக்டரையோ மூலம் ரேடியோ அலை வரும் திசையைக் கண்டுபிடிக்கிறது. வான் மற்றும் கடல் போக்குவரத்தில் இது மிகவும் இன்றியமையாதது.

தானியங்கித் திசைகாண் கருவி. இது விமானங்களில் பொருத்தப்படுகிறது. தரையிலுள்ள ஒரு நிலையத்திலிருந்து அனுப்பப்படும் ரேடியோ அலைப்பரப்பு நிலையங்கள் அனைத்துத் திசை அலை வீசிகள் அலையின் திசையை இது கண்டுபிடிக்கும். தரையில் நிறுவப்படும் ரேடியோ (radio phares) எனப்படுகின்றன. இவை மூன்று கிலோ வாட் வரை ஆற்றலுள்ள அலைகளை வெளியிடும். தானியங்கித் திசை காண் கருவி பொதுவாக 200-400 கிலோ

சைக்கிள் வரை அலை நீளமுள்ள ரேடியோ அலைகளைத் துலக்கக் கூடியதாக வடிவமைக்கப்படுகிறது. 90-2000 கிலோ சைக்கிள் வரை அலைநீளமுள்ள ரேடியோ அலைகளைத் துலக்கும் கருவிகளும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

தானியங்கித் திசைகாண் கருவி. அலைப்பரப்பு நிலையம் அமைந்துள்ள திசையை விமானிக்குத் தெரியப்படுத்துகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அலைப்பரப்பு நிலையத்தை விமானி தேர்ந்தெடுத்தவுடன், ஒரு தாங்கி வட்டத்திலுள்ள ஒர குறி முள் தானாகவே திரும்பி ரேடியோ அலை வரும் திசையில் நிலை கொள்கிறது.

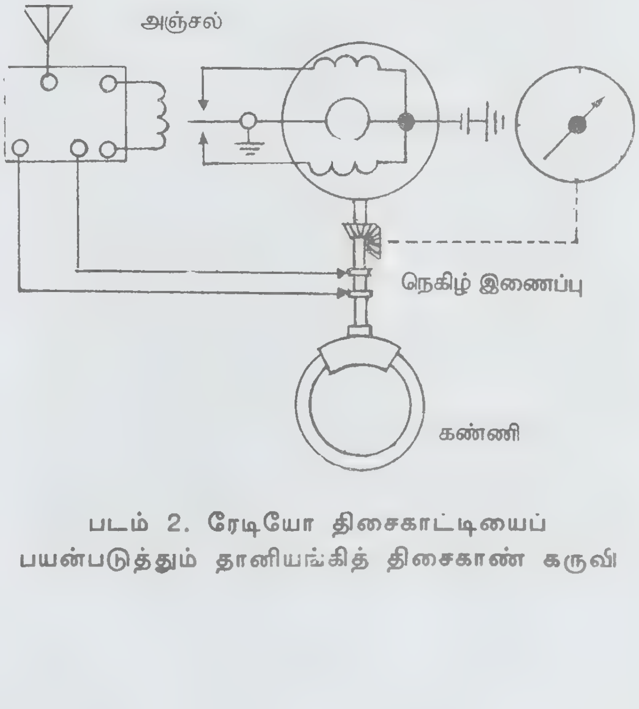


படம் 1. இட-வல-ரேடியோ திசைகாட்டி

தானியங்கித் திசை காண் கருவியின் செயல்பாட்டை படம் மூலம் விளக்கலாம். இது இட-வல-ரேடியோ திசை காட்டியை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப் பட்டதாகும். ரேடியோ திசைகாட்டியில் ஒரு கண்ணி அலை வாங்கி, அனைத்துத் திசை அலைவாங்கி ஆகிய இரண்டும் பயன்படுகின்றன. கண்ணி அலை வாங்கி விமானத்தில் உறுதியாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதன் தளம் விமானத்தின் நீளவாட்டு அச்சுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். ஏற்பிக்குள்

தக்கபடி கட்ட மாற்றம் செய்து ஏற்பி அலைவாங்கியில் இதயவடிவிலான (cardicoid) படிவம் (pattern) ஏற்படும் படிச் செய்யலாம். அதை நேர்மாறாக்க முடியும். கண்ணி அலைவாங்கிக்காக இணைப்பை நேர் எதிராக்கும் போது இதய வடிவப் பாங்கின் பெருமம் விமானத்தில் இடப்பக்கத்திலிருந்து வலப் பக்கத்துக்கு மாறும். திசைகாட்டி ஏற்பியின் வெளியீட்டுச் சைகை, திருத்தம் ஆகியன ஒரு பாகுபாட்டு அளவிக்கு அனுப்பப்படும். இந்த அளவி கண்ணி அலை வாங்கியின் இரு வகை இணைப்புகளிலிருந்தும் வரும் சார்பு வெளியீடுகளை ஆய்வு செய்து அதன் மூலம் விமானத்தின் இடப்பக்கத்திலிருந்தும் வரும் ரேடியோ சைகைகளின் திறன்களை (strength) ஒப்பிடும் ரேடியோ அலைப் பரப்பி விமானத்தின் முன் முனைக்கு நேரான திசையில் அமைந்திருந்தால் பாகுபாட்டு அளவியில் சுழியாயிருக்கும்.

உண்மையான கருவிகளில் தொடர் மாற்றங்கள் மின்னணுக் கருவி முறைகளில் நிகழ்த்தப்படும். நொடிக்கு 30-90 முறை இவ்வாறு நேர் எதிரான தொடர்பு மாற்றங்கள் செய்யப்படும். இரண்டு கண்ணி இணைப்புகளுக்குமாக அலை வாங்கி ஏற்கும் ஊர்தி அலை அதிர்வெண்களைத் தொடர்பு மாற்ற அதிர்வெண்களால் பண்பேற்றம் செய்வதாகக் கொள்ளலாம். அப்போது கணிப்பியில் (detector) இரண்டு மாற்றல் அதிர்வெண் ஆக்கக் கூறுகள் இருக்கும். ஓர் ஆக்கக் கூறு முந்திய கட்ட நிலையிலும் பிறிதொன்று பிந்திய கட்ட நிலையிலும் இருக்கும். இரண்டு கட்டங்களுக்கும் இடையிலான கோணம் விமானத்தின் நீள ஆச்சுக்கும், ரேடியோ நிலையத்தின் திசைக்கும் இடையிலான கோணத்தைப் போல இரு மடங்கு இருக்கும். இந்த ஆக்க் கூறுகளை ஓர் அளவிடும் கருவியில் செலுத்தி, மூலப் பண்பேற்ற அதிர்வெண்ணால் உண்டாக்கப்படும் ஒரு புலத்தை ஏற்படுத்தினால், கருவியிலுள்ள முள் இடப்புறமாகவோ வலப்புறமாகவோ திரும்பி நிற்கும். அதிலிருந்து ரேடியோ நிலையத்தை நோக்கி விமானத்தைத் திருப்பத் தேவைப்படும் கோண அளவை அறியலாம்.



படம் 2. ரேடியோ திசைகாட்டியைப் பயன்படுத்தும் தானியங்கித் திசைகாண் கருவி

ரேடியோ திசைகாட்டியிலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட தானியங்கித் திசைகாண் கருவி மேலே காட்டப்பட்டுள்ளது. இட-வல-அளவி ஒரு நேர் மாறாக்க மின்னோடியை இயக்குவதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். அந்த மின்னோடி கண்ணி அலை வாங்கியைச் சுழற்றி அதன் தளம் எப்போதும் ரேடியோ அலையின் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு கட்டுப்பாட்டுக் கருவியமைப்பை (servo mechanism) இயக்கிக் கண்ணியைச் சுழற்றச் செய்கிறது. கட்டுப்பாட்டுக் கருவியமைப்பு பின்னூட்டத்தின் உதவியால் ஒடுக்கமற்ற நிலையை உண்டாக்குகிறது.

உயர் அதிர்வெண் திசைகாண் கருவி. இவ்வகைக் கருவி தரையில் அமைக்கப்படுவதாகும். அது 2-20 மெகாசைக்கிள் வரையான அதிர்வெண்களால் இயங்குகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அலைப்பரப்பு நிலையத்தின் மேலாகப் பறந்து செல்லும் நெடுந்தொலைவுப் பயண விமானங்களுக்கு வழிகாட்டி உதவுவதே இதன் முதன்மையான பணியாகும்.

வழிக்காட்டல் தகவல்களைப் பெறுவதற்கு விமானி தம்மிடமுள்ள உயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பின் உதவியால் முதன்மை நிலையங்களுடன் தொடர்பு கொள்கிறார். அவர் செலுத்தும் ரேடியோ அலைகளின் உதவியால் முதன்மை நிலையம் அவருடைய விமானம் இருக்கும் திசையையும் தொலைவையும் கண்டுபிடித்துத் தெரிவிக்கிறது. இக்காலத்தில் கடலில் விபத்துக்குள்ளான விமானங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு இம்முறை பெரிதும் உதவுகிறது. தரையிலிருந்து உயர் அதிர்வெண் ரேடியோ அலைதிசைகாண் கருவி வளி மண்டல குழப்பங்களினாலும் அதிர்வெண் அலைப்பரப்புக்கே உரித்தான கிடைத்தள முனைவாக்கம், நலிவு, பாதை விலக்கம், சிதறல் ஆகிய சிக்கல்களினாலும் பாதிக்கப்படுவதைத் தவிர்க்க முடியாது. பெரும்பாலான உயர் அதிர்வெண் ரேடியோ அலை திசைகாண் கருவிகள் அட்காக் அலை வாங்கிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன.

இந்த அலைவாங்கி அமைப்பில் நான்கு செங்குத்தான மின் கடத்திகள் அரை அலை நீளத்திற்கும் குறைவான இடைவெளி விட்டுப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஒரு சோனியா அளவி மூலமாக அவை ஓர் ஏற்பியுடன் இணைக்கப்படும். சோனியா அளவியைக் கையாலோ, எந்திர உதவியாலோ சுழற்றி எதிர் மின்முனைவுக் கதிர்க்குழாயில் பிம்பங்கள் தோன்றும்படிச் செய்யலாம்.

ஒரு வகை அமைப்பில் ஓர் இரட்டைப் பாதை ரேடியோ அலையேற்பி பயன்படுகிறது. அலைவாங்கியின் இரண்டு கடத்திகளிலிருந்து வரும் மின்சைகை, ஏற்பியின் ஒரு பாதையில் உள்ளீடாகச் செலுத்தப்படுகிறது. ஏற்பியிலிருந்து வெளிப்படும் சைகை எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயிலிருந்து இரு விலக்குத் தகடுகளுக்கு ஊட்டப்படும். அதுபோல எஞ்சியுள்ள இரண்டு அலைவாங்கிக் கடத்திகளிலிருந்து வரும் சைகைகள் ஏற்பியின் மற்றப்பாதையில் உள்ளீடாகச் செலுத்தப்படும். ஏற்பியிலிருந்து வரும் சைகை எதிர்மின்முனைக் கதிர்க் குழாயில் உள்ள மற்ற விலக்குத் தகடுகளுக்கு ஊட்டப்படுகிறது. அலைகள் பரவும் சூழல்களைப் பொறுத்துத் திசை காணும் துல்லியம் வேறுபடுகிறது. ஏற்புடைய சூழ்நிலைகளில் 50க்கும் குறைவான பிழையுடன் திசைகாண முடிகிறது.

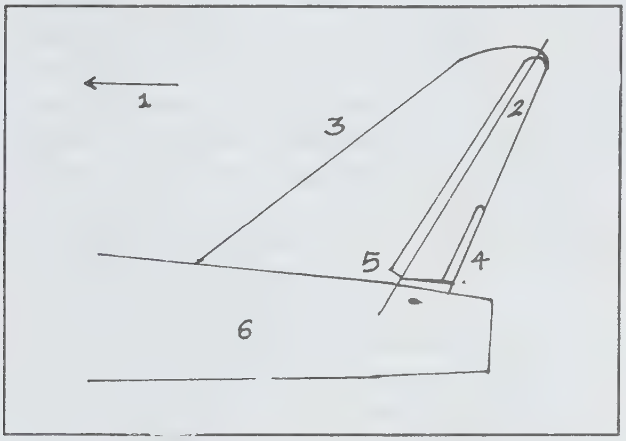
- கே. என். இராமசந்திரன்

திசை திருப்பி

நீரில் செல்லும் கலங்களிலும் மூழ்கிச் செல்லும் கலங்களிலும் வானூர்திகளிலும் நேராகச் செல்லவும் பக்கவாட்டில் திருப்பவும் பயன்படும் கருவிக்கு திசை திருப்பி (rudder) எனப் பெயர். இத்திசை திருப்பியைச் சுக்கான் எனவும் கூறுவர்.

ரோமானியப் பேரரசின் பிற்காலமாகிய கி.மு. முதல் நூற்றாண்டில் பாய்மரக்கல அமரம் (Stern) இரு பக்கத் துடுப்புகளைக் கொண்டு திருப்பவும், நேராகச் செல்லவும் பயன்பட்டது. சிலுவைப் போரின் காலத்தில் (கி.பி 1100 - 1300) பாய்மரக்கலங்களில் மாறுதல்கள் ஏற்படலாயின. கலங்களின் அமரம் ‘V’ வடிவத்திலிருந்து ‘U’ வடிவமாக மாற்றியமைக் கப்பட்டது. அமரத்தின் நடுவில் வெளிப்பக்கத்தில் திசை திருப்பி அமைக்கப்பட்டது. இது கலத்தை ஒட்டி வெளிப் பக்கத்தில் தனியாக நீருக்குள் தொங்குமாறும் பக்கவாட்டில் திரும்புமாறும் அமரத்தின் நடுவில் அடிக்கட்டைகளால் இணைக்கப்பட்டது. திசைதிருப்பியை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல்பகுதி, கலத்தை ஒட்டியவாறு வெளிப்புறத்தில் நீருக்குமேல் அடிக்கட்டைகளால் இணைக்கப்பட்ட வலிவான மரத்திலான நீண்ட சட்டமாகும். இப்பகுதியைக் கொண்டைத்தடி என்பர். நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும் கொண்டைத் தடியின் அடியில் தட்டையாக இணைக்கப்பட்ட வலிவான மரப்பலகை, இரண்டாம் பகுதியான பலகை எனப்படும். கொண்டைத் தடியின் மேல்பகுதி அமரத்திலுள்ள குறுக்குச் சட்டத்திற்குமேல் நீண்டு நுனித்துளையுடன் இருக்கும். இந்தத் துளையில், கானாத்தடி அல்லது சுக்கான் தடி என்னும் நீண்ட வலிவான மரத்தடி, திசை திருப்பியை 180° கோணத்தில் திருப்பும். சுக்கான் தடி பக்கவாட்டில் திரும்பும்போது கொண்டைத் தடியும் பலகையும் அதன் எதிர்புறமாகத் திரும்பும்.

மரக்கலம் பாய் விரித்துச் செல்லும் போது காற்றினால் பாய் தள்ளப்பட்டு மரக்கலம் கடலில் பாய்ந்து செல்லும். கடலின் மேல் மரக்கலம் செல்லும் போது அடுத்தடுத்து வரும் அலைகள் முன்பகுதியைத் திருப்பவிடாமல் மரக்கலம் நேராகச் செல்ல மாறி மாறிச் சுக்கான் தடியைக் கையில் பிடித்துக்கொண்டு அமரத்தின் குறுக்கேயுள்ள மேடையில் பணியாளர் இருப்பர்.



திசை திருப்பிக் கட்டுப்பாட்டு இயக்கம்

1. முன்னோக்கிச் செல்லல் 2. வால்பகுதி 3. காற்றியக்கச் சமநிலை 4. கீல் 5. தொங்குமுனை 6. கட்டுமானச் சட்டம்

மரக்கலம் நேராகச் செல்லும்போது திசை திருப்பி அமரத்துக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். அப்போது இரு பக்கங்களிலும் வரும் கடல்நீர் எதிர்ப்பின்றிப் பலகையின் பக்கவாட்டில் செல்லும். சுக்கான் தடியை வலப்புறமாகத் திருப்பினால் இடப்பக்கம் கொண்டைத் தடியும் பலகையும் திரும்பும். அப்போது மரக்கலத்தின் பக்கவாட்டில் பாய்ந்து வரும் கடல்நீர் இடப்புறம் திரும்பியுள்ள பலகையினால் தடுக்கப்படும். நீரின் ஓட்ட விசை அமரத்தைப் பின்னோக்கித் தள்ளும். மரக்கலத்தின் முன்பகுதி இடப்புறம் திரும்பும். சுக்கான் தடியைப் பக்கவாட்டில் திருப்பும்போது மரக்கலம் சுக்கான் தடி சாய்ந்துள்ள பக்கத்திற்கு எதிர்ப்புறமாகத் திரும்பும். ஆனால் திசை திருப்பியின் பலகை அதே பக்கமாகத் திரும்பியிருக்கும். இவ்வாறு திசை திருப்பி பாய்மரங்களை நேராகச் செலுத்தவும் பக்கவாட்டில் திருப்பவும் பயன்பட்டது.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் ஏற்பட்ட தொழிற் புரட்சியினால் பாய்மரங்களுக்குப் பதிலாக இரும்புத் தகடுகளினால்செய்யப்பட்டு நீராவியால் சுழலும் விசிறியை (propeller) இயக்கியவாறு கப்பல்கள் கடலில் சென்றன. இப்போது டீசல் எண்ணெயாலும் அணு ஆற்றல் உதவியாலும் கப்பல்கள் செல்கின்றன. இப்போது செல்லும் அனைத்துக் கலங்களிலும் திசை திருப்பி சிறிய மாறுதலுடன் உள்ளது.

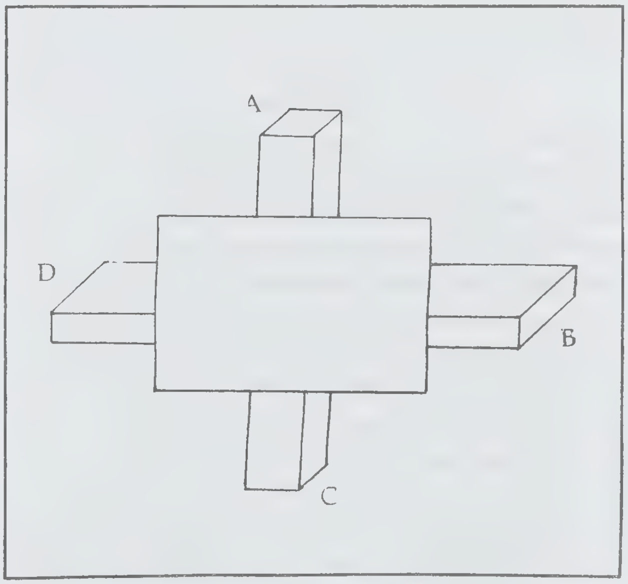
வானில் பறக்கும் விமானத்தின் வால்பகுதியில் திசை திருப்பி உள்ளது. வால் பகுதியில் பக்கத்துக்கு ஒன்றாக மேலும் கீழும் கிடை மட்டத்தில் அசையக்கூடிய உயர்த்திகள் (elevators) கீலினால் இணைக்கப்பட்டு, விமானம் மேலே செல்லவும் கீழே இறங்கவும் பயன்படுகின்றன. இந்த உயர்த்திகளுக்கு நடுவில் இடப்புறமும் வலப்புறமும் திருப்பக்கூடிய தகடு கீலினால் இணைந்திருக்கும். இதுவே விமானத்திலுள்ள திசை திருப்பி அல்லது சுக்கான் ஆகும். திசை திருப்பியை இடப்பக்கம் திருப்பினால் வானூர்தி இடப்புறம் திரும்பும். வலப்புறம் திருப்பினால் வலப்புறம் திரும்பும். ஆனால் வானூர்தி திரும்பும்போது இருபக்க இறக்கைகளிலும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் ஓரமடக்கிகள் (ailerons) விமானம் பக்கவாட்டில் சாய்ந்துவிடாமல் தடுக்கின்றன. கப்பலில் நீரின் விசையும் வானூர்தியில் காற்றின் விசையும் பக்கவாட்டில் திரும்புவதற்காக உதவும். திசை திருப்பி இரண்டிலும் ஒரே விதத்தில் செயல்படுகிறது.

காண்க : சுக்கான் (வானூர்தி)

- க. பாலசுப்ரமணியன்

திசைநிலைப் பிணைப்பி

ஒரு திசையில் செல்லும் அலைச் சைகையை மட்டும் தெரிந்தெடுத்து அளவிடப் பயன்படும் கருவியமைப்பு

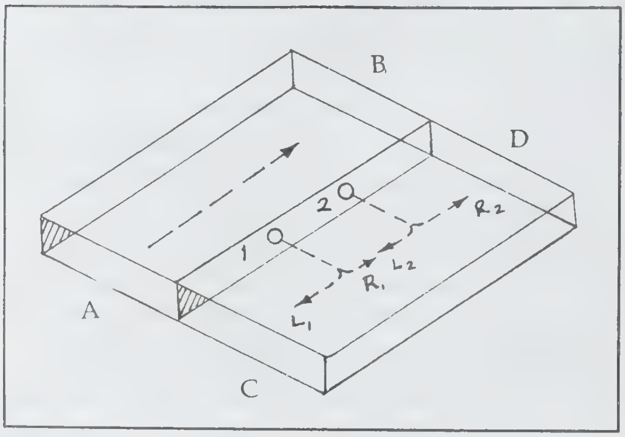


படம் 1

திசைநிலைப் பிணைப்பி (directional coupler) எனப்படுகிறது. இதில் அலை வழிகாட்டிகள் (wave guides) வலையமைப்பாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய ஓர் அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம்.

அதில் A,B,C,D என்னும் நான்கு அலை வழிகாட்டி முனைகள் உள்ளன. A,C ஆகிய முனைகளுக்கிடையில் தொடர்பேயில்லாதவாறு அலை வழிகாட்டிகள் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும். அதுபோல B,D ஆகிய முனைகளுக்கிடையில் தொடர்பு இராது. ஆனால் A,D ஆகியவற்றுக்கிடையிலும்,C,D ஆகியவற்றுக்கிடையிலும். A,B ஆகியவற்றுக்கிடையிலும், C,B ஆகியவற்றுக் கிடையிலும் தொடர்பு இருக்கும்.

அலைகளின் குறுக்கீட்டு நிகழ்வின் அடிப்படையில் அமைக்கப்பட்ட ஓர் எளிய திசைநிலைப் பிணைப்பியைப் படம் 2-இல் காணலாம். AB, CD என்னும் இரண்டு செவ்வக வடிவ



படம் 2

அலை வழிகாட்டிக் குழல், தம் மெல்லிய பக்கங்கள் பொருந்தியிருக்குமாறு ஒட்ட வைக்கப்பட்டுள்ளன. அக் குழல்களின் பொதுச்சுவரில் ஒரே விட்டமும் வடிவமும் கொண்ட இரண்டு சிறுதுளைகள் இடப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் மையங்களுக்கிடையிலான தொலைவு ஓர் அலை நீளத்தில் நாலில் ஒரு பங்காகும். அதாவது அலை நீளம் λ இருப்பின் மையங்களுக்கிடையேயான தொலைவு λ ஆக இருக்கும். முனை A இலிருந்து ஓர் அலை உள்நோக்கிப் பரவுவதாகக் கொள்ளலாம். அதில் பெரும்பகுதி குழலைக் கடந்து B முனையை அடையும். இருப்பினும் பக்கவாட்டில் உள்ள துளைகளின் மூலமும் ஓரளவு ஆற்றல் கசிந்து இரண்டாம் அலை வழிகாட்டிக் குழலில் புகும். துளையிலிருந்து வெளிப்படுகிற அலை இரண்டாகப் பிரிந்து எதிரெதிர்த் திசைகளில் பரவும். அவ்வாறு பிரிந்தவை சம அளவிலான ஆனால் எதிரெதிர் திசைகளில் பரவும் அலை ஆக்கக் கூறுகளாக அமையும்.

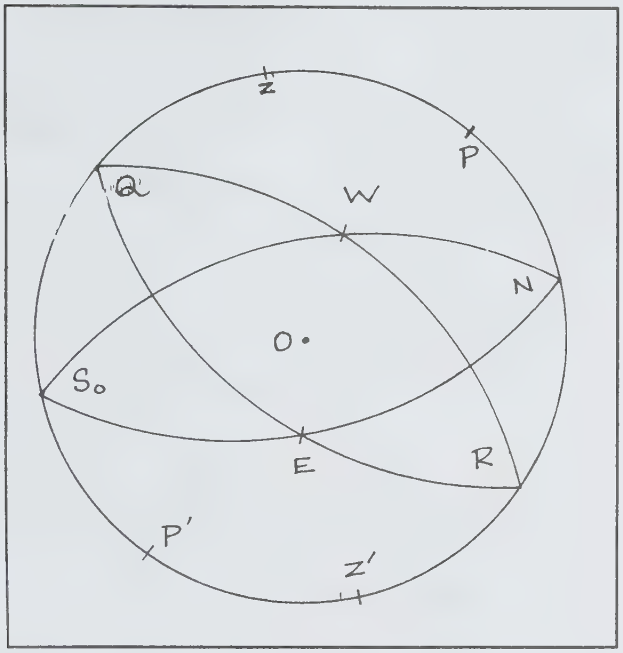
படத்தில் முதல் துளையிலிருந்து இவ்வாறு வெளிப்பட்டுப் பிரிபவை L_1 , R_1 எனவும் இரண்டாம் துளையிலிருந்து வெளிப்பட்டுப் பிரிவை L_2, R_2 எனவும் காட்டப்பட்டுள்ளன. R_1, R_2 ஆகிய ஆக்கக் கூறுகள் D முனையை நோக்கிச் செல்லும் போது கட்டப் பொருத்தத்துடன்- இணைந்து கொள்ளும். ஆனால் L_2, L_1 ஆகியவற்றிற்கிடையில் கட்ட வேறுபாடு தோன்றும். L_2 அலை L_1 அலையை விட 180 பாகை பின் தங்கியிருக்கும். எனவே, அலை ஒன்றையொன்று செயலிழக்கச் செய்யும். C முனைக்கு அலை போய்ச் சேராது. A,C ஆகிய முனைகளுக்கிடையில் தொடர்பேதும் இராத நிலையைக் குறிப்பிடுகிறது. அது போல B,D ஆகிய முனைகளுக்கிடையில் தொடர்பேதும் இராது. இத்தகைய அமைப்பில் A,B ஆகியவற்றுக்கு இடையிலும் C,D ஆகியவற்றுக்கு இடையிலும் முழுமையான தொடர்பு உள்ளமையைக் காணலாம். இத்தொடர்பைப் பிணைப்புக் காரணி (coupling factor) என்றும் எண்ணால் அளவிடுவர். A,B ஆகியவற்றுக்கு இடையிலும் C,D ஆகியவற்றுக்கு இடையிலும் முழுமையான தொடர்பு இருக்கும் போது பிணைப்புக் காரணி ஒன்று ஆகும். A,D ஆகியவற்றுக்கு இடையிலும் அல்லது B,C ஆகியவற்றுக்கு இடையிலுமான பிணைப்புக் காரணியை இயன்ற அளவுக்குக் குறைக்கலாம். இவ்வாறு முனைகளை இரண்டிரண்டாக நோக்கினால், வெவ்வேறு இரட்டைகளின் பிணைப்புக் காரணிகளுக்கு இடையில் பெருத்த வேறுபாடு உள்ளமையைக் காணலாம். இவ்வகையைச் சேர்ந்த திசைநிலைப் பிணைப்பி, டெசிபெல்களில் குறிப்பிடப்படுகிற பிணைப்புக் காரணிகளின் அடிப்படையில் தரப்படுத்தப் படுகிறது. டெசியல் மதிப்பீடு மிகுதியாக இருக்கும் வகையில் துளைகளைச் சிறிய அளவில் அமைத்துக் கொண்டால் முதன்மை அலையில் ஆற்றலில் இழப்பு மிகக் குறைவாயிருக்கும். அத்தகைய கருவிகள் முன் செல்லும் படுகதிர் அல்லது திரும்பி வரும் மீள்கதிர் அலையை மட்டும் தெரிந்தெடுத்து அளவிடுவதற்கு மிகவும் ஏற்றவையாகும்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

திசைப்புள்ளிகள்

ஒரு பார்வையாளரை மையங் கொண்டு கற்பனை செய்யப்படும் ஒரு பெரிய கோளம். வானக்கோளம் (celestical sphere) எனப்படும். இக்கற்பனைக் கோளம் வானியலில் அடிப்படையானது. வானக் கோளத்தில் அளக்கும் அளவுகள், தொலைவின் (linear distance) அடிப்படையிலன்றிக் கோணத்தின் அடிப்படையில் அளக்கப்படுகின்றன. வானக்

கோளத்தில் உச்சிப் புள்ளிகள் (Z, Z_1) துருவப் புள்ளிகள், (P,P) ஆகியவற்றின் வழியாகச் செல்லும் பெருவட்டம் உச்சி வட்டம் (meridian) எனப்படும்.



படம் 1

பார்வையாளர்களின் இடமான மையப்புள்ளிகள் O வழியாகச் செல் லும் திசைகோடு Z[1] த[illegible]க்கோடாகக் கொண்ட தளம் இவ்விடத்திற்குத் தொடுவானத் தளம் (plane of the celestical sphere) என்னும் பெரு வட்டமாகும். உச்சிவட்டமும் தொடுவான வட்டமும் வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளிகள் N,S ஆகும். வடதுருவம் Pக்கு அருகில் உள்ள புள்ளி N வடபுள்ளி என்றும், S தென்புள்ளி என்றும் குறிக்கப்படும். துருவப்புள்ளிகள் P, P_1 மையம் 0 ஆகியவற்றின் வழியாகச் செல்லும் POP' ஐக் குத்துக்கோடாகக் கொண்ட தளம். உச்சி வட்டத்தை Q, R என்னும் புள்ளிகளில் வெட்டும். Q, R வழியே செல்லும் பெருவட்டம் வான நடுவரை (celestical equator) எனப்படும். வான நடுவரையும் தொடுவான வட்டமும் வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளிகள் E,W எனக் குறிக்கப்படும். E,W முறையே கிழக்கு, மேற்குப் புள்ளிகள் என்றும் EOW கீழ் மேல் நேர்கோடு (east-west line) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. N.S_0.E.W. என்னும் நான்கு புள்ளிகளும் வானக் கோளத்தில் திசைப்புள்ளிகள் என்றும், நால்திசைப் புள்ளிகள் என்றும் தலையாயப் புள்ளிகள் (cardinal points) என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

- பங்கஜம் கணேசன்

திசையன்

ஓர் அளவிற்குப் (quantity) பரிமாணமும் (magnitude) திசையும் (direction) இன்றியமையாதனவாக இருந்தால் அது ஒரு திசையன் (vector) எனப்படும். எ.டு. இடப்பெயர்ச்சி, திசைவேகம், முடுக்கம், விசை, பரப்பு, திருப்புத்திறன், பரிமாணம் மட்டும் கொண்ட அளவிற்குத் திசையிலி (scaler) எனப் பெயர். எ.டு. பொருண்மை, வேகம், அடர்த்தி, வேலை, திசையன்கள் $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ எனக் குறிக்கப்படுகின்றன. மேலும் ஒரு திசையன் ஒரு திசையிடப்பட்ட நேர்க்கோட்டு துண்டிலும் குறிப்பிடப்படுகிறது. எ:டு. $\vec{a} = \vec{AB}$

திசையன் a இன் பரிமாணம்

$|\vec{a}| = |\vec{AB}|$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

$|\vec{AB}|$ = நீளம் AB என உள்ளது.

$\vec{AB}$ இன் திசை, நேர்கோடு ABஇன் திசையாகும். $\vec{a}$ இன் திசையில் உள்ள அலகு திசையன் எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

- எல். இராசகோபாலன்

திசையன் இயற்கணிதம்

கணிதத்தில் அளவிடப்படும் பொருள்கள் இரு வகைப்படும். பரிமா ணம் (magnitude) மட்டும் கொண்டது. திசையிலி (scalar) எனப்படும். எ:டு. பொருண்மை, அடர்த்தி, வெப்பம், பிறிதொரு வகை, பரிமாணமும் திசையும் (direction) கொண்டது. இது திசையன் (vector) எனப்படுகிறது. எ.டு இடப்பெயர்ச்சி திசை வேகம் விசை. திசையன்களின் கூட்டல், கழித்தல், திசையிலியால் பெருக்கல் முதலியவை வரையறுக்கப்பட்டு. எண் இயற்கணிதம் போலத் திசையன் இயற்கணிதம் (vector algebra) உருவாக்கப்படுகிறது. திசையன்கள் $\vec{a}$, $\vec{b}$ போன்று குறிக்கப்படுகின்றன. மேலும் ஒரு திசையன் திசையிடப்பட்ட நேர்கோட்டுத் துண்டினாலும்

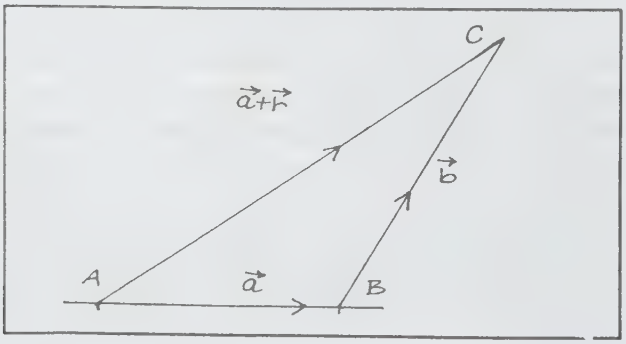
(directed segment of straight line) $\vec{a} = \vec{AB}$ போன்று குறிக்கப்படுகிறது. திசையனின் பரிமாணம் $|\vec{a}| = |\vec{AB}|$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

இரு திசையன்கள் ஒரே திசையும், சமபரிமாணமும் கொண்டவையாக இருந்தால் அவை சமம் எனப்படுகின்றன. அதாவது $|\vec{a}| = |\vec{b}|$ என்றும், $\vec{a}$, $\vec{b}$ இவற்றின் திசைகள் ஒன்றாகவும் இருந்தால் $\vec{a} = \vec{b}$ எனப்படுகிறது. மேலும், இரு திசையன்களின் திசை ஒன்றாக இருந்தால் மட்டும் அவற்றை ஒப்பிட முடியும். அதாவது $\vec{a}$, $\vec{b}$ இவை ஒரே திசை உடையனவாகவும் $|\vec{a}| = 4|\vec{b}|$ எனவும் இருந்தால், $\vec{a} = 4\vec{b}$ என எழுதலாம். $|\vec{a}| = 1$ என இருந்தால், a என்பது ஓர் அலகு திசையன் (unit vector) எனப்படுகிறது. இதை $\hat{a}$ என எழுதலாம். எந்தத் திசையன் a ஐயும் அதன் பரிமாண a ஆல் வகுத்தால் அதே திசையில் உள்ள அலகு திசையன் கிடைக்கும். அதாவது $\hat{a} = \dfrac{\vec{a}}{|\vec{a}|}$ என ஆகிறது. பொதுவாக, $\vec{a} = k\vec{b}$ (இதில் k ஒரு திசையிலி) என இருந்தால் $\vec{a}$, $\vec{b}$ இரண்டும் ஒரே திசையில் அல்லது இணையாக இருக்கும்.

திசையன் கூட்டல் (vector addition)

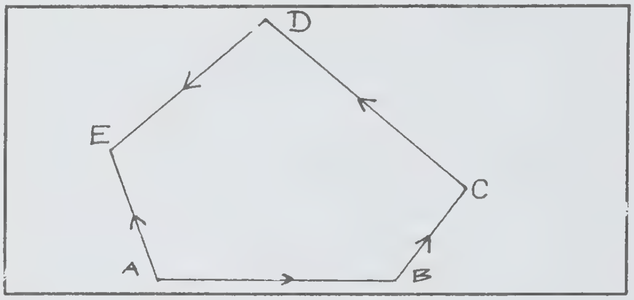
$\vec{a} = \vec{AB}$ எனலாம்; $\vec{b} = \vec{BC}$ எனலாம்;

$\vec{a} + \vec{b} = \vec{AB} + \vec{BC}$



இதைக் காண AC ஐச் சேர்த்து $\vec{AB} + \vec{BC} = \vec{AC} = \vec{a} + \vec{b}$ என வரையறுக்கப்படுகிறது. இவ்வரையறை விசைகளின் இணைகர விதி (parallelogram law forces) என்ற இயற்பியல் உண்மையைத் தழுவியது.

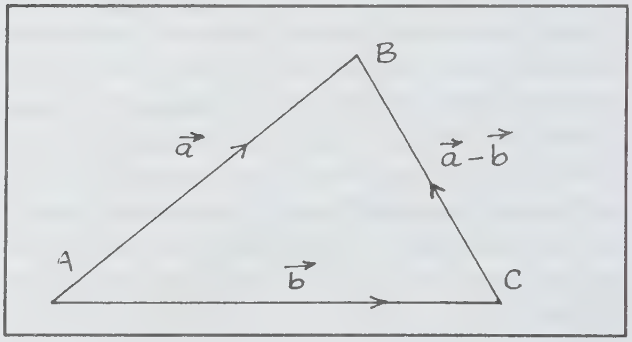
இவ்வரையறை இரண்டுக்கு மேற்பட்ட திசையன் களில் கூட்டலுக்கும் பொருந்தும். அதாவது $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DE} = \vec{AE}$ ஆகும்.



திசையன் கழித்தல் (vector subtraction)

$\vec{a} = \vec{AB}$ எனலாம்; $\vec{b} = \vec{AC}$ எனலாம்;

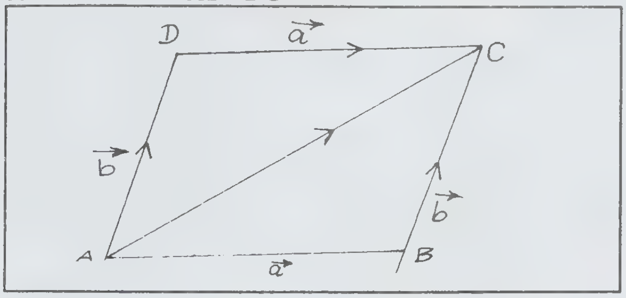
$\vec{a} - \vec{b} = \vec{AB} - \vec{AC}$ ஐக் காண CB ஐச் சேர்க்கவும் வேண்டும்.



$\vec{a} - \vec{b} = \vec{AB} - \vec{AC} = \vec{CB}$ என வரையறுக் கப்பட்டுள்ளது. இது திசையன் கூட்டல் வரையறைக்குத் தகுந்தவாறு உள்ளது. ஏனெனில், கூட்டல் வரையறைப்படி $\vec{AC} + \vec{CB} = \vec{b} + \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} = \vec{AB}$ என்றும்,

$\vec{CB} + \vec{AB} = \vec{AC}$ என்றும் உறுதியாகும். கூட்டல் விதியைப் பின்பற்றிக் கீழ்க்காணும் இரண்டு விதிகள் நிறுவப்படுகின்றன.

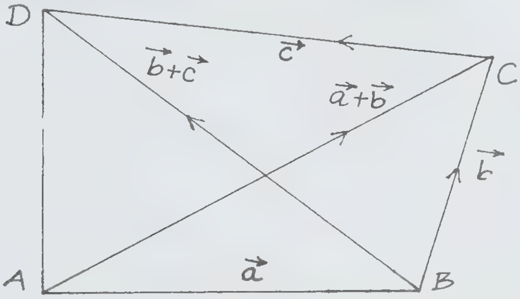
திசையன் கூட்டலின் பரிமாற்று விதி (commutative law for vector addition). $\vec{a}+\vec{b}=\vec{b}+\vec{a}$ படத்தில் AC என்பது $\vec{AB}+\vec{BC}$ என்றும் $\vec{AD}+\vec{DC}$ என்றும் அமைந்திருக்கும்.



ஆகையால் $(\vec{a}+\vec{b})+\vec{b}+\vec{a}$ என்பது உண்மை.

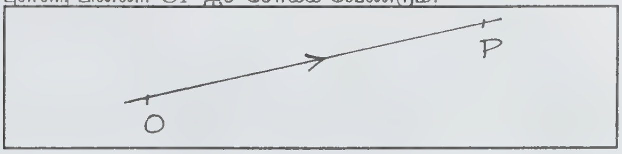
திசையன் கூட்டலின் சேர்ப்பு விதி (associative law for vector addition)

$$(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$$



படத்தில், $\vec{a}=\vec{AB}$, $\vec{b}=\vec{BC}$, $\vec{c}=\vec{CD}$. ஆனால் $\vec{a}+\vec{b}=\vec{AC}$ என்றும், $\vec{b}+\vec{c}=\vec{BD}$ என்றும் கிடைக்கும். $\vec{AD}=\vec{AC}+\vec{AD}$ என்றும், $\vec{AD}=\vec{AB}+\vec{BD}$ என்றும் அமையும். முதல் சமன்பாட்டின்படி $\vec{AD}=(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}$ என்றும் இரண்டாவது சமன்பாட்டின்படி $\vec{AD}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$ என்றும் கிடைக்கும். ஆதலால் $(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$ என்பது உறுதியாகிறது.

ஒரு புள்ளியின் நிலைத் திசையன் (position vector of a point). ஒரு தளத்திலோ (plane) வெளியிலோ (space) என்ற எந்த ஒரு புள்ளியையும் ஆதியாகக் (Origin) கொள்ளலாம். P தளத்திலோ, வெளியிலோ ஏதேனுமொரு புள்ளி; பின்னர் OP ஐச் சேர்க்க வேண்டும்.



$\vec{OP}$ என்பது P இன் நிலைத்திசையன் எனப்படும். இவ்விதம் எந்தப் புள்ளிக்கும் தனித்துவ (unique) நிலைத் திசையன் உள்ளது. திசையன் வடிவக் கணிதத்தில் (vector geometry) எந்தப் புள்ளிக்கும் அதன் நிலைத் திசையன் ஆயம் (coordinate) ஆகிறது. இருபரிமாண வடிவக் கணிதத்தில் ஒரு புள்ளிக்கு இரண்டு ஆயங்களும், முப்பரிமாண வடிவக் கணிதத்தில் ஒரு புள்ளிக்கு மூன்று ஆயங்களும் உள்ளன. திசையன் வடிவக் கணிதத்தில் எப்பரிமாணமாயினும் ஒரு புள்ளிக்கு ஒரே ஆயமே உள்ளது. கணிதத்திலும், இயற்பியலிலும் இது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றமாகும்.

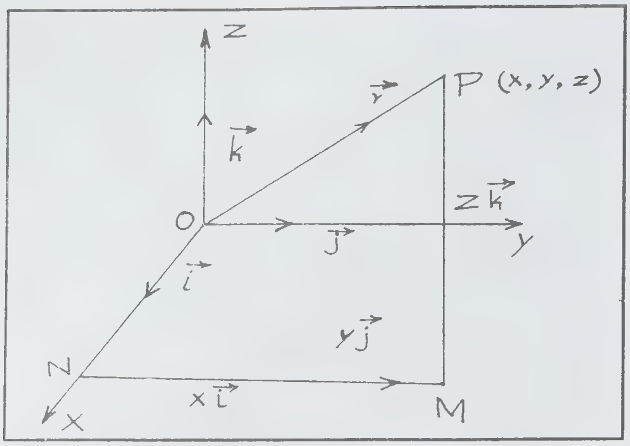
திசையனைத் திசையிலியால் பெருக்கல் (multiplication of a vector by a scalar). $\bar{a}$ என்னும் திசையினை, m என்னும் எந்தத் திசையிலியாலும் பெருக்கலாம். பெருக்கற் பலன் $m\bar{a}$ என்னும் திசையனாகும். $|m\bar{a}| = m|\vec{a}|$ என்றும், ma இன் திசை a இன் திசை என்றும் அமையும். x, y, z என்னும் திசையிலிகளால் $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ என்னும் திசையன்களைப் பெருக்கினால் $x\bar{a}+y\bar{b}+z\bar{c}$ என்னும் $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ யின் ஒருபடிச் சேர்க்கை (linear combination of vectors) கிடைக்கும். $x\bar{a}+y\bar{b}=0$ என இருந்தால் a, b இவை இணையென்றும், $x\bar{a}+y\bar{b}+z\bar{c}=0$ என இருந்தால் $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ இவை ஒரு தளத்தில் இருக்கும் என்றும் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

$x\bar{a}+y\bar{b}+z\bar{c}+\ldots\ldots=0$ எனவும், திசையிலிகள் அனைத்தும் சுழியின்றியும் இருந்தால், திசையன்கள் ஒருபடிச் சார்பு கொண்டவை (linearly dependent) எனப்படும்.

x, y, z ... என்னும் திசையிலிகள் அனைத்தும் சுழியாக இருந்தால் மட்டுமே $x\bar{a}+y\bar{b}+z\bar{c}+\ldots\ldots=0$ என ஆகும் என்றிருந்தால், திசையன்கள் ஒருபடிச் சார்பு அற்றவை (linearly dependent) எனப்படும். மேலும் $m(\bar{a}+\bar{b})=m\bar{a}+m\bar{b}$ என்னும் பரவல் விதி (distributive law) உண்மையென நிறுவப்பட்டுள்ளது.

ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயுள்ள மூன்று அலகு திசையன்களாலான ஆதாரக் கணம் (basis set of 3 ortho normal vectors). OX, OY, OZ இவை ஆய அச்சுகள் (co-ordinate axes). i, j, k இவை ஆய அச்சுகளின் திசைகளில் உள்ள அலகு திசையன்கள்.

P(x,y,z) ஏதேனுமொரு புள்ளி ON = x, NM = y, MP = z, OP = r, Pஇன் திசையன். படத்திலிருந்து OP = ON + NM + MP என அறியலாம். இவ்வாறு r = xi + yj + zk என ஆகிறது.

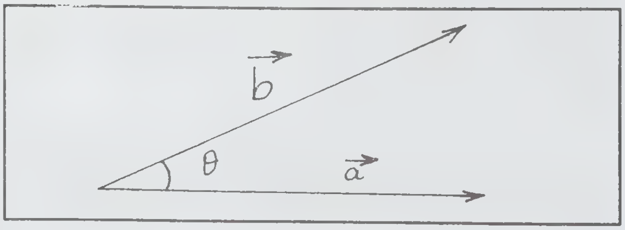


எனவே எந்தத் திசையனையும், $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ இன் ஒருபடிச் சேர்க்கையாக எழுதலாம். சான்றாக, திசையன் $a = a_1 i + a_2 j + a_3 k$ என்று எழுதலாம். இது a இன் பகுதி உருவம் (component form) எனப்படும். இப்பகுதி உருவம் கணிதத்தில் மிகவும் பயனுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டு விசைகள் F, G ஆகியவற்றின் விளைவு (resultant) காண வேண்டுமானால், இவற்றில் பகுதி உருவங்களை எளிய கூட்டல் முறையில் செய்துவிடலாம். அதாவது $(F + G = F_1 i + F_2 \hat{j} + F_3 \hat{k}) + (G_1 \hat{i} + G_2 \hat{j} + G_3 \hat{k}) = (F_1 + G_1)i + (F_2 + G_2)j + (F_3 + G_3)k$ எனக் கிடைக்கும். இவ்விதம் விசைகளின் விளைவு காண்பது இயற்பியலில் ஒரு பெரும் முன்னேற்றமேயாகும்.

இரண்டு திசையன் பெருக்கல் (product of two vectors)**.** இது புள்ளிப் பெருக்கல் அல்லது திசையிலிப் பெருக்கல் (dot product or scalar product), குறுக்குப் பெருக்கல் அல்லது திசையன் பெருக்கல் (cross product or vector product) என இரு வகைப்படும்.

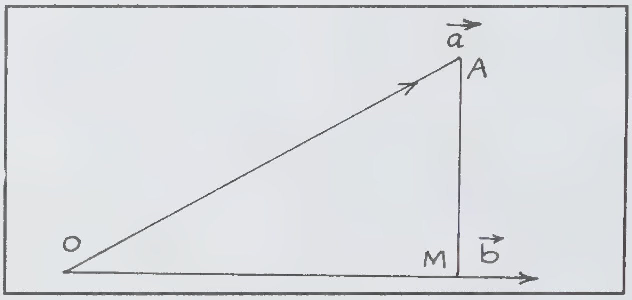
இரு திசையன்களின் $(\bar{a}, \bar{b})$ **இன் திசையிலிப் பெருக்க லின் வரையறை.** இப்பெருக்கற் பலன் ஒரு திசையிலி. $\bar{a}, \bar{b}$ இன் திசையிலிப் பெருக்கலின் மதிப்பு $|\bar{a}|\,|\bar{b}| \cos\theta$ ஆகும். இதில் θ என்பது, திசையன்களுக்கிடையேயுள்ள கோணம்.

அதாவது, $a.b = |a||b||\cos\theta|$



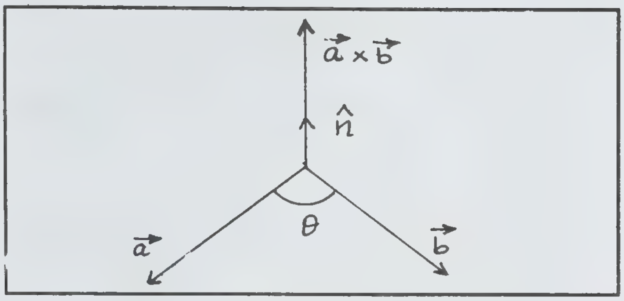
இவ்வரையறையால் கிடைக்கும் சில முடிவுகள் பின்வருமாறு :

1. $\bar{a}.\bar{b} = \bar{b}.\bar{a}$
2. $\bar{a}.\bar{a} = \bar{a}^2 = |\bar{a}^2|$
3. a, b இவை செங்குத்தானால் a.b = 0
4. மறுதலையாக $\bar{a}.\bar{b} = 0$ என்றால் $\bar{a}, \bar{b}$ இவை செங்குத்துகள்
5. $\hat{i}^2 = \hat{j}^2 = \hat{k}^2 = 1$
6. $\hat{i}.\hat{j} = \hat{j}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{i} = 0$
7. $\bar{b}$ இன் மேல், $\bar{a}$ யின் மேல் வீழல் (projection) = OM $= \frac{\bar{a}.\bar{b}}{|\bar{b}|}$



8. $\bar{a}.(\bar{b}+\bar{c}) = \bar{a}.\bar{b}+\bar{a}.\bar{c}$
9. $\bar{a}.\bar{b} = (a_1\hat{i}+a_2\hat{j}+a_3\hat{k}).(b_1\hat{i}+b_2\hat{j}+b_3\hat{k})$
   $\overline{a_1}\,\overline{b_1}+\overline{a_2}\,\overline{b_2}+\overline{a_3}\,\overline{b_3} = a_1b_1+a_2b_2+a_3b_3$
10. F என்னும் விசை ஒரு துகளை A இலிருந்து B க்கு நகர்த்துமானால், F செய்த வேலை = F. AB ஆகும்.

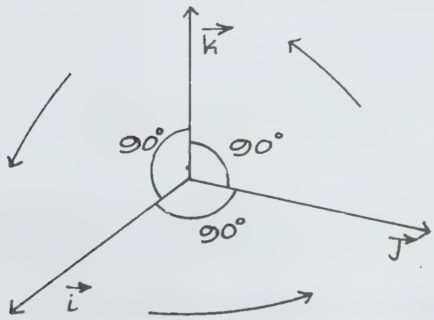
இரு தியைன்களின் திசையன் பெருக்கலின் வரையறை. இப்பெருக்கற்பலன் ஒரு திசையன்; இதன் பரிமாணம் $|\vec{a}|\,|\vec{b}| \sin\theta$. இதன் திசை $\bar{a}, \bar{b}$ ஆல் உண்டாகும் தளத்துக்குச் செங்குத்து. $\bar{a}, \bar{b}$ $\bar{a}\times\bar{b}$ இவை வலது கைத்திருகு (right handed screw) அமைப்புக்கொள்ளும்படி.



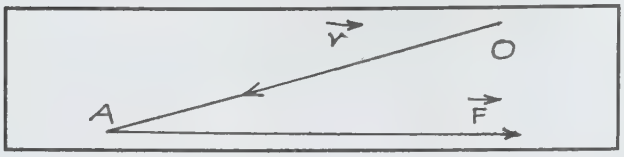
செங்குத்தின் பக்கம் இருக்க வேண்டும். இப்பக்கத்தில் இருக்கும் அலகு திசையன் $\hat{M}$ எனக் குறிப்பிட்டால் $\hat{M}$ எனச் சுருக்கமாக கூறலாம். $\bar{a} \times \bar{b} = |\bar{a}|\,|\bar{b}| \sin\theta \, \hat{M}$ இவ் வரையறையால் கிடைக்கும் சில முடிவுகள் பின்வருமாறு :

1. $\bar{a} \times \bar{b} = \bar{a} \times \bar{b}$
2. $\bar{a} \times \bar{a} = 0$
3. $\bar{a}, \bar{b}$ இவை இணையானால் $\bar{a} \times \bar{b} = 0$
4. மறுதலையாக $\bar{a} \times \bar{b} = 0$ என்றால் $\bar{a}, \bar{b}$ இவை இணையாகும்.
5. $\hat{i} x \hat{i} = \hat{j} x \hat{j} = \hat{k} x \hat{k} = 0$
6. $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}, \hat{j} \times \hat{k} \times \hat{k} = \hat{i}, \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$
7. a, b இவற்றைப் பக்கங்களாகக் கொண்ட இணைகரத்தின் பரப்பு $|\bar{a} \times \bar{a}|$
8. $\bar{a} \times (\bar{b} + \bar{c}) = \bar{a} \times \bar{b} + \bar{a} \times \bar{c}$
9. $\bar{a} \times \bar{b} = (a_1\hat{i} + a_2\hat{j} + a_3\hat{k}) \times (b_1\hat{i} + b_2\hat{j} + b_3\hat{k})$.

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$



10. O ஐப் பற்றி விசை F இன் திருப்புத் திறன் (moment) = OA x F, இதில் A என்பது விசை F ல் ஏதேனுமொரு புள்ளி



மூன்று அதற்கு மேலான திசையன் பெருக்கல். முப்பெருக்கல் திசையிலி முப்பெருக்கல் (scalar triple product) திசையன் முப்பெருக்கல் (vector triple product) என இரு வகைப்படும்.

திசையிலி முப்பெருக்கல். a, b, c இன் திசையிலி முப்பெருக்கல் $\bar{a}.(\bar{b} \times \bar{c})$ என வரையறுக்கப்படுகிறது. இப்பெருக்கற் பலன் ஒரு திசையிலி ஆகும்.

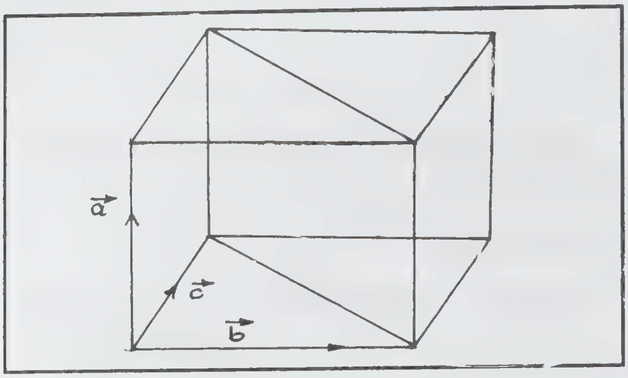
திசையன்கள் பகுதி உருவத்தில் இருந்தால்

$$\bar{a}.(\bar{b} \times \bar{c}) = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$$

என்னும் அணிக்கோவை கிடைக்கும். அணிக்கோவையின் தன்மைகளைப் பயன்படுத்தித் திசையிலி முப்பெருக்கலுக்குக் கீழ்காணும் தன்மைகள் உண்டாகின்றன.

1. $\bar{a}.(\bar{b} \times \bar{c}) = (\bar{a} \times \bar{b}).\bar{c}$. இதன் மூலம் திசையிலி முப்பெருக்கலில் என்பதையும் x என்பதையும் இடம் மாற்றலாம் எனத் தெரிகிறது. ஆகையால் திசையிலி முப்பெருக்கலை $[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}]$ எனக் குறித்து ஒரு பெட்டிப் பெருக்கல் (box product) எனப்படுகிறது.
2. திசையிலி முப்பெருக்கலில் வட்டச் சமசீர் முறையில் மூன்று எழுத்துக்களையும் இடம் மாற்றினால் பெருக்கற்பலன் மாறாது; அதாவது $[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}] = [\bar{b}, \bar{c}, \bar{a}] = [\bar{c}, \bar{a}, \bar{b}]$
3. திசையிலி முப்பெருக்கலில் இரண்டு எழுத்துகள் மட்டும் இடம் மாறினால் பெருக்கற் பலன் திசை மாறுகிறது. அதாவது $[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}] = [\bar{a}, \bar{c}, \bar{b}]$
4. திசையிலி முப்பெருக்கலில் இரண்டு எழுத்துகள் சமமானால் பெருக்கற் பலன் சுழியாகிறது. காட்டாக $[\bar{a}, \bar{b}, \bar{b}] = 0; [\bar{a}, \bar{b}, \bar{a}] = 0; [\bar{a}, \bar{a}, \bar{a}] = 0$

5. திசையிலி முப்பெருக்கல் $[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}]$ $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ என்னும் திசையன்களை விளிம்புகளாகக் கொண்ட ஓர் இணைகர திண்மத்தின் (parallelopiped) கன அளவுக்குச் சமமாகிறது.



6) மூன்று திசையன்கள் ஒரே தளத்தில் இருந்தால் திண்மம் உண்டாகாது. ஆகையால் $[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}] = 0$ என ஆகிறது.

7) மாறுதலையாக [a,b,c] =0 என்றால் மூன்று திசையன்களும் ஒரு தளத்தமைந்தவை (coplanar) எனப்படும்.

8) ஒரு முப்பட்டைத் திண்மத்தின் (prism) கன அளவு $\frac{1}{2}[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}]$ ஆகும்.

9) ஒரு நான்முகத் திண்மத்தின் (tetrahedron) கன அளவு $\frac{1}{6}[\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}]$ ஆகும்.

திசையன் முப்பெருக்கல் (vector triple product). $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ இன் திசையன் முப்பெருக்கல் $\bar{a} \times (\bar{b} \times \bar{c})$ என வரையறுக் கப்படுகிறது. இப்பெருக்கற் பலன் ஒரு திசையன் ஆகும்.

$\bar{a} \times (\bar{b} \times \bar{c}) = (\bar{a}.\bar{c})\,\bar{b} - (\bar{a}.\bar{b})\,\bar{c}$ என நிறுவப்பட்டுள்ளது. இதனால் $(\bar{b} \times \bar{c}) \times \bar{a} = (\bar{a}.\bar{c})\,\bar{c} - (\bar{a}.\bar{c})\,\bar{b}$ எனக் கிடைக்கும்.

நான்கு திசையன்களின் பெருக்கல். இது 4 திசையன் களின் திசையிலிப் பெருக்கல், 4 திசையன்களின் திசையன் பெருக்கல் என இரு வகைப்படும்.

1) a,b,c,d என்னும் நான்கு திசையன்களின் திசையிலிப் பெருக்கல் $(\bar{a} \times \bar{b}) . (\bar{c} \times \bar{d})$ என வரையறுக்கப்படுகிறது.

இது $\begin{vmatrix} \bar{a}.\bar{c} & \bar{a}.\bar{d} \\ \bar{a}.\bar{d} & \bar{b}.\bar{d} \end{vmatrix}$ க்குச் சமம் என நிறுவப் பட்டுள்ளது.

2) $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}$ என்னும் நான்கு திசையன் பெருக்கல் $(\bar{a} \times \bar{b}) \times (\bar{c} \times \bar{d})$ என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதற்கு இரண்டு உரவங்கள் உண்டு. அதாவது $(\bar{a}, \bar{b}, \bar{d})\,\bar{c} - (\bar{a}, \bar{b}, \bar{c})$ மற்றும் $(\bar{a}\,\bar{b}\,\bar{d})\,\bar{b} - [\bar{c}\,\bar{d}\,\bar{b})\,\bar{a}$ ஆகும். $\bar{a}$ = [cda] $\bar{b}$ - [abd] $\bar{c}$ + [a,b,c] $\bar{d}$ [a,b,d] எனக் கிடைக்கிறது. இதனால் அண்டவெளியில் (space) எந்த நான்கு திசையன்கள் கொடுக்கப்பட்டாலும் அவை ஒருபடிச் சார்பு கொண்டவை என ஆகிறது.

தலைகீழ்த் தன்மையுள்ள திசையன்கள் (reciprocal system of vectors). $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ கொடுக்கப்பட்ட திசையன்கள்

$\vec{a}' = \frac{\vec{b} \times \vec{c}}{[\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}]}$, $\vec{b}' = \frac{\vec{c} \times \vec{a}}{[\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}]}$, $\vec{c}' = \frac{\vec{a} \times \vec{b}}{[\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}]}$ என்னும்

புதுத் திசையன்களை வரையறுத்தால் $\frac{1}{[\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}]}$ என்றும்

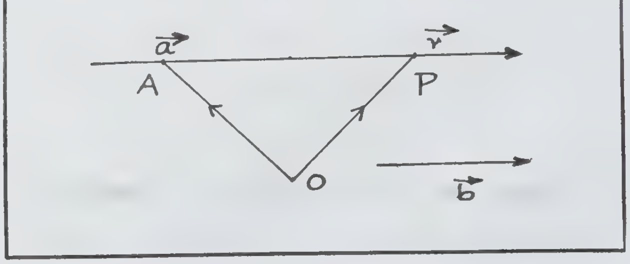
$$\frac{\vec{b}' \times \vec{c}'}{[\vec{a}', \vec{b}', \vec{c}']} = \vec{a}, \quad \frac{\vec{c}' \times \vec{a}'}{[\vec{a}', \vec{b}', \vec{c}']} = \vec{b}, \quad \frac{\vec{a}' \times \vec{b}'}{[\vec{a}', \vec{b}', \vec{c}']} = \vec{c}$$

மேலும் $\vec{a}.\vec{a}' = \vec{b}.\vec{b}' = \vec{c}.\vec{c}' = \vec{a} x \vec{a}' + \vec{b} x \vec{b}' + \vec{c} x \vec{c}' = 0$ என்றும் முடிவுகள் கிடைக்கின்றன.

திசையன் சமன்பாடுகள் (vector equation). நேர்கோடு, தளம், கோளம் போன்றவற்றின் சமன்பாடுகள் திசையன் முறையில் எளிதாகக் காணப்படுகின்றன. ஆயத் தொலை வடிவக் கணிதத்தில் (co-ordinate geometry) இச்சமன்பாடுகள் ஒரு புதுமையான முன்னேற்றமாகும்.

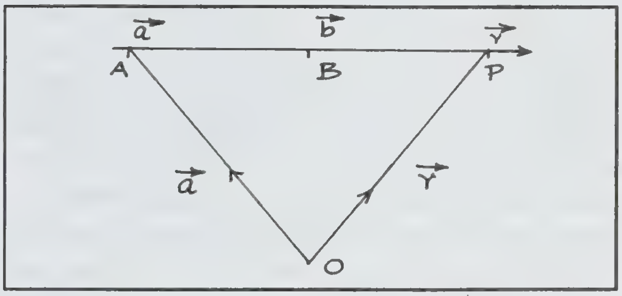
நேர்கோட்டின் சமன்பாடுகள்.

1) $\bar{a}$ என்னும் புள்ளி வழியே செல்வதும், $\bar{b}$ என்னும் திசையனுக்கு இணையானதுமான நேர்கோட்டின் திசையன் சமன்பாடு $\bar{r} = \bar{a} + t\bar{b}$.



இது மிகவும் சுருக்கமானது, இதன் கார்டீசியன் சமன்பாடு $\frac{x - x_1}{l} = \frac{y - y_1}{m} = \frac{z - z_1}{n} = t$ என உள்ளது.

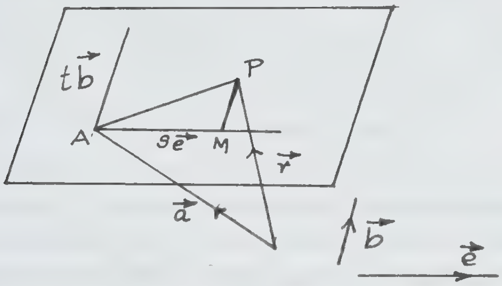
2) $\vec{a}, \vec{b}$ வழியே செல்லும் நேர்கோட்டின் திசையன் சமன்பாடு



$\vec{r} = (1-t)\,\vec{a} + t\vec{b}$ என உள்ளது. இதன் கார்டீசியன் சமன்பாடு $\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{z - z_1}{z_2 - z_1} = t$ என உள்ளது.

தளத்தின் சமன்பாடுகள்

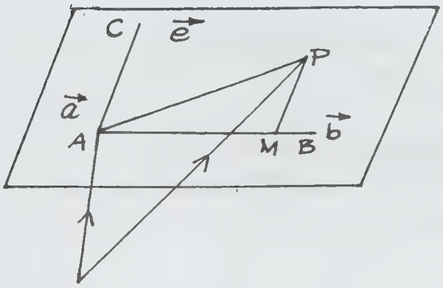
1) புள்ளி $\vec{a}$ வழி செல்வதும், திசையன்கள் $\vec{b}, \vec{c}$ இணையாயுமுள்ள தளத்தின் திசையன் சமன்பாடு



$\vec{r} = \vec{a} + t\vec{b} + s\vec{c}$ இதில் t, s என்பவை திசையிலிகள். இச்சமன்பாடு மிகவும் சுருக்கமானது. இத்தளத்தின் கார்டீசியன் சமன்பாடு

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ l_1 & m_1 & n_1 \\ l_2 & m_2 & n_2 \end{vmatrix} = 0$$ ஆகும்.

2) a,b,c என்னும் 3 புள்ளிகள் வழியே செல்லும் தளத்தின் சமன்பாடு

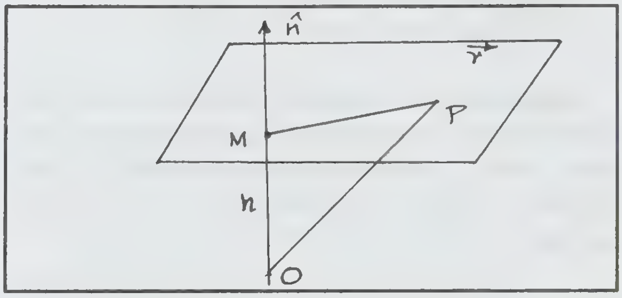


$\vec{r} = (1-s-t)\vec{a} + t\vec{b} + s\vec{c}$

இதில் t, s திசையிலிகள். இதன் கார்டீசியன் சமன்பாடு

$$\begin{vmatrix} x-x_1 & y-y_1 & z-z_1 \\ x_2-x_1 & y_2-y_1 & z_2-z_1 \\ x_3-x_1 & y_3-y_1 & z_3-z_1 \end{vmatrix} = 0$$

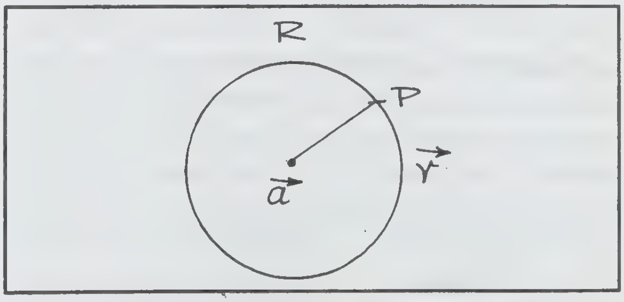
3) மாறுராசி - திசையிலி இராத தளச் சமன்பாடு (non-parametric equation) ஆதி Oஇலிருந்து, தளத்துக்கு வரையும் செங்குத்தின் நீளம் L என்றும் தளத்துக்குச்



அலகு திசையன் $\hat{M}$ என்றும் இருந்தால், தளத்தின் சமன்பாடு $\vec{r}.\,\hat{M} = 1$ இது மிகவும் சுருக்கமானது. இதன் கார்டீசியன் சமன்பாடு lx + my + nz = R என இருக்கும்.

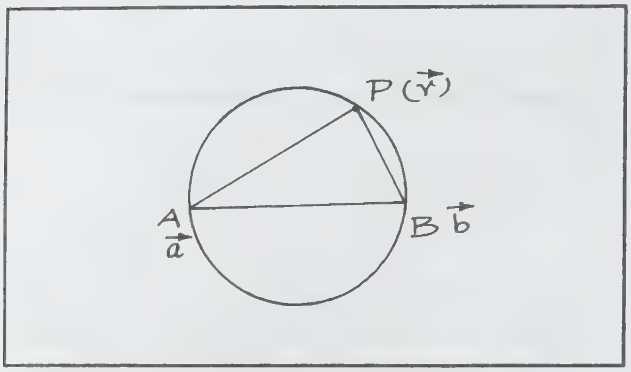
கோளத்தின் திசையன் சமன்பாடு (vector equation to a sphere)

1) மையம், ஆரம் R கொண்ட கோளத்தின் சமன்பாடு $(\vec{r} - \vec{a})^2 = \vec{R}_2$



இதன் கார்டீசியன் சமன்பாடு $(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = R^2$

2) $\vec{a}, \vec{b}$ என்னும் புள்ளிகளைச் சேர்க்கும் நேர்கோட்டை விட்டமாகக் கொண்டு வரையப்படும் கோளத்தின் சமன்பாடு $(\vec{r} - \vec{a}).(\vec{r} - \vec{b}) = 0$



இதன் கார்டீசியன் சமன்பாடு $(x - x_1)(x - x_2) + (y - y_1)(y - y_2) + (z - z_1)(z - z_2) = 0$

இது போலக் கூம்பு, உருளை போன்ற பல தரப்புகளுக்கும் திசையன் சமன்பாடு உண்டு. திசை இயற்கணிதத்தில் உள்ள வடிவக் கணிதம், முக்கோணவியல் இயற்பியல் போன்ற பகுதிகள் எளிதாக ஆராயப்பட்டு முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளன.

- எல். இராசகோபாலன்

திசையன் களம்

ஓர் இடத்திலுள்ள (region) ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் ஒருவிதத் திசையன் சார்பு (vector function) வெவ்வேறு மதிப்பு கொண்டு இயங்கினால் அந்த இடத்துக்குத் திசையன் களம் (vector field) எனப் பெயர்.

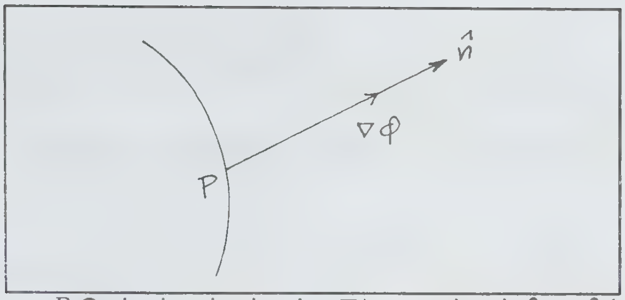
எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் இடத்தில் காற்றோட்டம் இருக்குமானால் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் காற்றின் திசைவேகம் பரிமாணத்திலும், திசையிலும் மாறுபட்டிருக்கும். இந்த இடத்துக்குத் திசைவேகத் திசையன் களம் (velocity vector field) எனப் பெயர். இதே போல ஓடும் நதியின் நீரில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் நீரின் திசைவேகத் திசையன் இயங்குகிறது. ஆகையால் இந்நீர் ஒரு திசையன் களமாகிறது. புவியைச் சுற்றி ஒவ்வொரு துகளிலும் புவி ஈர்ப்பு விசை இயங்குகிறது. ஆகையால் புவியைச் சுற்றியுள்ள பகுதிக்குப் புவிஈர்ப்புத் திசையன் களம் எனப் பெயர்.

ஒரு கம்பியில் மின்னோட்டம் இருக்குமானால் கம்பியைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் மின்காந்த விசை (electro-magnetic force) இயங்குகிறது. ஆகையால் இப்பகுதிக்கு மின்காந்த திசையன் களம் எனப் பெயர்.

திசையிலிக் களம் (scalar field). ஓர் இடத்திலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் ஒருவிதத் திசையிலிச் சார்பு (scalar function) வெவ்வேறு மதிப்புக் கொண்டு இருக்குமானால் அந்த இடத்துக்குத் திசையிலிக்களம் எனப் பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் அறையில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் காற்றின் அழுத்தம். வெப்பம் முதலியவற்றிற்கு வெவ்வேறு மதிப்புகள் இருக்கின்றன. அழுத்தம், வெப்பம் முதலியவை திசையிலிச் சார்புகள்; ஆகையால் இந்த அறை ஓர் அழுத்தக்களம் (pressure field), ஒரு வெப்பக்களம் (temperature field) ஆகும். அண்டவெளியில் (space) ஒரு திசையன் சார்பு $\vec{F} = \vec{F_1}(x, y, z)\vec{i} + F_2(x, y, z)\vec{j} + F_3(x, y, z)\vec{k}$ என உள்ளது. இதில் F_1, F_2, F_3 இவை திசையிலிச் சார்புகள்; ஆகையால் ஒரு திசையன் களம், மூன்று திசையிலிக் களங்களுக்குச் சமமாகிறது.

ஒரு திசையிலிச் சார்பின் சாய்வு (∇, ϕ) **(gradient of a scalar point function).** $\phi(x,y,z)$ ஒரு திசையிலிச் சார்புக் களம் எனலாம். ∇ (Del) என்னும் வகைக்கெழுச் செயலிக் குறியீடு (differential operator) $\vec{i}\frac{\partial}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial}{\partial z}$ என்னும் செயலைக் குறிக்கும். ஆதலால் $\nabla\phi = \vec{i}\frac{\partial\phi}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial\phi}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial\phi}{\partial z}$ என்பது ஒரு திசையனாகிறது. இதற்கு ϕ இன் சாய்வுச் சார்பு (gradient of ϕ) எனப் பெயர். ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் $\nabla\phi$ என்னும் திசையன் மதிப்பு உள்ளமையால் $\nabla\phi$ ஒரு திசையன் களம் (gradient field) ஆகிறது. இந்தச் சாய்வின் திசையில் அப்புள்ளியில் இருக்கும் திசையிலிச் சார்பு மிக அதிகமாக மாறுகிறது.

சமமதிப்புப் பரப்பு (level surface). ஒரு திசையிலிக் களத்தில், $\phi(x,y,z)$ என்னும் திசையிலிச் சார்பு, பல புள்ளிகளில் சமமதிப்புக் கொண்டால், இப்புள்ளிகளால் ஆகிய பரப்புக்குச் சமமதிப்புப் பரப்பு எனப் பெயர். இப்பரப்பின் மேல் $\phi = c$ = மாறிலி என இருக்கும். இப்பரப்பில் P என்னும் ஏதேனுமொரு புள்ளியைக் கருதலாம். P இல் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக திசையன் எனக் கொள்ளலாம்.



P இடத்துச் சாய்வுச் சார்பு, $\nabla\phi$, $\hat{m}$ என்னும் திசையில் இருக்கும் என்றும், இத்திசையில் ϕ இன் மீப்பெருமாறுதல் வீதம் (maximum rate of change) ϕ இருக்குமென்றும் அதன் மதிப்பு $|\nabla\phi|$ என இருக்குமென்றும் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

திசையன் களத்தில் திசையனின் பாய்வு (divergence **of the vector in a vector field).** $\vec{V}$ என்பது திசையன் சார்பானால் $\vec{i}\frac{\partial V}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial V}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial V}{\partial z}$ என்ற மதிப்பு $\vec{V}$ ன் பாய்தலைக் (divergence of $\vec{V}$) குறிக்கும். இது $\nabla.\vec{V} = \text{Div}\,\vec{V}$ எனப்படுகிறது. $\vec{V} = \vec{i}V_1 + \vec{j}V_2 + \vec{k}V_3$ என்னும் பகுதி உருவத்தில் இருந்தால்

$$\nabla.\vec{V} = \vec{i}\frac{\partial V_1}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial V_2}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial V_3}{\partial z}$$

என்னும் திசையிலி ஆகும். இது களத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிடத்திலிருநதும் பாயும் திசையனின் அளவைக் குறிக்கும். சான்றாக, ஒரு நீராவிக் கலனைத் (steam boiler) திறந்தால் ஒவ்வொரு புள்ளியிலிருந்தும் நீராவி வெளிப்படும். $\nabla.\vec{V}$ என்பது ஒவ்வொரு உள்ள நீராவியின் திசைவேக மென்றால் $\nabla.\vec{V}$ என்பது ஒவ்வொரு புள்ளியிலிருந்தும் வெளிவரும் நீராவினி கனஅளவைக் குறிக்கும்.

திசையன் களத்தில் திசையனின் சுழற்சி (curl of **the vector in a vector field).** $\vec{V}$ என்பது திசையன் சார்பானால் $\vec{i}\times\frac{\partial V}{\partial x} + \vec{j}\times\frac{\partial V}{\partial y} + \vec{k}\times\frac{\partial V}{\partial x}$ என்னும் திசையன் மதிப்பு $\vec{V}$ இன் சுழற்சியைக் (cural of $\vec{V}$) குறிக்கும்.

இ து $\nabla \times V = \text{curl}\,\vec{V}$ எ ன ப் ப டு கி ற து $\vec{V} = \vec{i}V_1 + \vec{j}V_2 + \vec{k}V_3$ என்னும் பகுதி உருவத்திலிருந்தால்

$$\nabla \times \vec{V} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ V_1 & V_2 & V_3 \end{vmatrix}$$

என்னும் மதிப்புடைய திசையனாகும்.

இது களத்திலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிடத்தும், திசையனின் சுழற்சியைக் கொடுக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, ஓடும் நதியில் உள்ள ஒவ்வொரு நீர்த்துகளுக்கும் ஒரு திசைவேகம் $\vec{V}$ உள்ளது. இதன் விளைவாக நீர்த் துகள்கள் நகர்ந்தும். சுழன்றும் (translation of rotation) செல்கின்றன. இதில் சுழற்சியின் அளவைக் கொடுப்பது $\nabla \times \vec{V}$ அதாவது Curl $\vec{V}$ ஆகும்.

பாய்தல், சுழற்சி இவற்றின் வரையறையின் விளைவாகக் கீழ்க்காண்பவை போலப் பல முடிவுகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன.

1) $\nabla.\vec{V} = 0$ என்றால், $\vec{V}$ பாய்தல் அற்றது (solenoidal) எனப்படுகிறது.

2) $\nabla \times \vec{V} = 0$ என்றால் $\vec{V}$ சுழற்சியற்றது (irrotational) எனப்படுகிறது.

3) $\nabla \times \nabla\varphi = 0$ இது ஒரு முற்றொருமைச் சமன்பாடு (identify). எந்தச் சாய்விற்கும் சுழற்சி கிடையாது எனக் கிடைக்கிறது. அதாவது cural grade = 0

4) $\nabla.(\nabla \times \vec{V}) = 0$ இதுவும் ஒரு முற்றொருமைச் சமன்பாடு. அதாவது எந்தச் சுழற்சிக்கும் பாய்தல கிடையாது எனக் கிடைக்கிறது. அதாவது div curl $\vec{V} = 0$ சென்ற நூற்றாண்டில் மேக்ஸ்வெல், ஹெர்ட்ஸ் போன்ற அறிவியலார்களால் மின்காந்தப் புலம் நன்கு ஆராயப்பட்டதன் விளைவாக மின்காந்த அலை களைக் (electromagetic waves) கொண்டு வானொலி தொலைக்காட்சி போன்றவை தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

- எல். இராசகோபாலன்

திசையன் கூட்டல்

திசையும் அளவும் உள்ளது திசையளவு எனப்படும். இடப் பெயர்ப்பு, விசை, மின்விசை போன்றவை அதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். $\overrightarrow{OA}$ என்ற புள்ளிகளால் உருவாகும் திசையளவு $\overrightarrow{OA}$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது. $\overrightarrow{OA}$ என்பது a எனும் திசையளவையும், $\overrightarrow{OB}$ என்பது என்பது bஎன்னும் திசையளவையும் குறிப்பதாகக் கொண்டால் $\overrightarrow{OB}$ என்பது $\vec{a}, \vec{b}$ க்களின் கூடுதலைக் குறிக்கிறது. ஓர் இணைகரததுப் பக்கங்களை இவை குறிப்பாகக் கொண்டால் $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$ எனும் பரிமாற்ற விதி உண்மையாக இருப்பதைக் காணலாம்.

அதே போல, $\overrightarrow{OA}$, $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$ எனும் திசையளவுகளை a,b,c எனக் கொண்டு $\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})=(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}$ எனும் தொடர்பு விதியை அறியலாம். ஆகவே, திசையன் கூட்டலில் (Vector addition) பரிமாற்ற விதியும், தொடர்பு விதியும் உண்மையாயிருப்பதை அறியலாம். திசையன் பகுப்பாய்வில், திசையன் கூட்டல் பெரும் பங்கு கொள்கிறது.

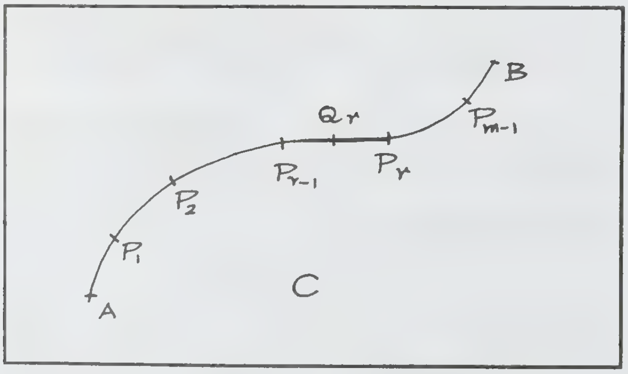
- எம். அரவாண்டி

திசையன் தொகை

இது திசையன் வளைவரை தொகை, திசையன் பரப்புத் தொகை, திசையன் கன அளவுத் தொகை என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

திசையன் வளைவரை தொகை (vector line integral). $\vec{F}$ என்னும் திசையன் சார்பைக் கருதலாம். A இலிருந்து B வரை செல்லும் ஒரு வளைவரையை (curve) C எனலாம்.

இதில் P_1, P_2... P_{m-1} என்னும் புள்ளிகளை எடுத்து வளைவரையை m பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். இதில் (P_{r-1}, P_1) என்பது r ஆம் பகுதி, இப்பகுதியில் Q_r என்னும் புள்ளியைக் கருதலாம். $\sum_{r=1}^{m}\vec{F}(Q_r)\Delta sr$ என்னும் கூட்டலைக் கொள்ளலாம். இதில் $r = 1\nabla_{\overline{sr}}$ என்பது r ஆம் பகுதியின் நீளமாகும்.



எல்லை $\sum_{r=1}^{m}\vec{f}(Q_r)\Delta_{sr}$ இருக்குமானால் இந்த எல்லைக்கு $\int_{AB}\vec{F}d$ அதாவது AB இன் மேல் $\vec{F}$ இன் தொகை எனப் பெயர்.

இதே போல். $\int_C \theta d\vec{r}$, $\int_C \vec{A}x d\vec{r}$, $\int_C \vec{A}.d\vec{r}$ போன்றவை. C என்னும் வளைவரை மேலுள்ள தொகைகள் ஆகும்.

இதில் $\overrightarrow{dr} = P_{r-1}P_r$ ஆகும். $\vec{f}$ என்னும் திசையன் $\nabla\phi$ அதாவது ϕ என்னும் திசையிலிச் சார்பின் சாய்வாக இருந்தால் $\int_C \vec{f}.d\vec{r}$ என்பது $_C{}^{\int\nabla\phi.dr}$ என ஆகும். ஆனால்

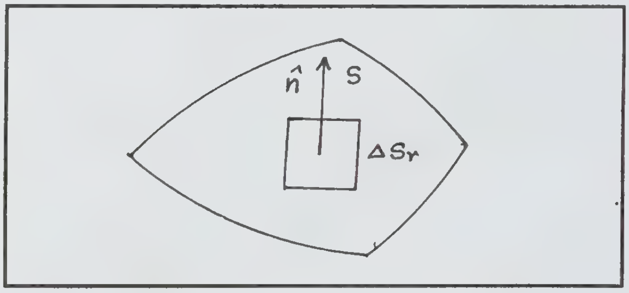
$$\int_C \nabla\phi.d\vec{r} = \int_c\left(\vec{i}\frac{\partial\phi}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial\phi}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial\phi}{\partial z}\right).(\vec{i}dx + \vec{j}dy + \vec{k}dz)$$

$$= \int_c\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}dx + \frac{\partial\phi}{\partial y}dy + \frac{\partial\phi}{\partial z}dz\right)$$

$$= \int_C d\phi = d(B) - d(A)$$

இவ்விதம் $_C{}^{\int Fdr} = {}_C{}^{\int d\phi} = \phi(B) - \phi(A)$ என்னும் தொகை வளைவரையைப் பொறுத்தோடல்லாமல் எல்லைப் புள்ளிகளை (end points) மட்டும் பொறுத்துள்ளது.

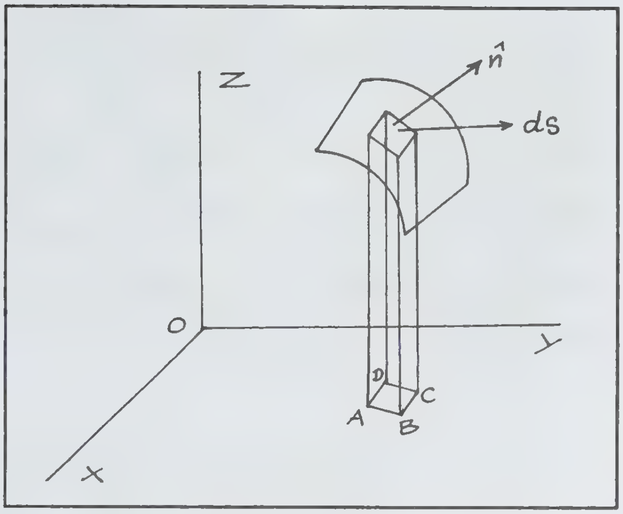
திசையன் பரப்புத் தொகை (vector surface integral). $\vec{F}$ என்பது ஒரு திசையன் சார்பு என்றும், S என்பது வளைபரப்பு என்றும் கருதலாம் இதை ΔS_1, ΔS_2, ... ΔS_r போன்ற சிறிய பகுதிகளாகப் பிரிக்கவும். ΔSr என்ற பகுதியில், Qr என்ற புள்ளியைக் கருதவும். $\hat{Mr}$ என்பது ΔS_r என்னும் சிறிய தளப் பகுதிக்கு அலகு செங்குத்துத் திசையன் எனலாம். இப்போது $\hat{M}_1 \Delta S_r$ என்பது $\overrightarrow{\Delta S_r}$ என்னும் திசையன் பரப்பாகும்.



எல்லை $\sum_{r=1}^{\infty}\vec{f}(Q_r)\overrightarrow{\Delta sr}$

எல்லை $\sum_{r=1}^{\infty}\vec{f}(Q_r) \times \Delta_{sr}$ என்னும் கூட்டல்கள்

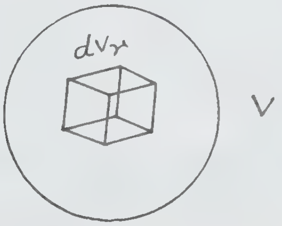
$\iint_s \vec{f}.\overrightarrow{ds}$ என்றும் $\iint_s \vec{f}x.\overrightarrow{ds}$ என்றும் முறையே குறிக்கப்படுகின்றன.



ds என்னும் சிறிய பரப்பின் வீழல் (projection) XOY தளத்தில் ABCD என்னும் நீள்சதுரமாகும். இதன் பரப்பு dxdy ஆகும். இது ds இன் வீழல் ஆதலால் dxdy = ds. cosθ என உள்ளது. இதில் θ என்பது தளங்கள் ds,XOY இவற்றிற்கிடையேயுள்ள கோணம். மேலும் இது $\hat{m}$ க்கும் $\hat{k}$ க்கும் இடையேயுள்ள கோணமாகவும் உள்ளது. எனவே $\cos\theta = \hat{m}.\hat{k}$ என்றாவதால்

$$\iint_s \vec{f}.ds = \iint_R \vec{f}.\hat{m}ds = \iint_R \frac{\vec{f}.\hat{m}dxdy}{\hat{m}.\vec{k}}$$ எனக் கிடைக்கிறது.

திசையன் கன அளவுத்தொகை (vector volume intergal)**.** V என்பது ஒரு கன உருவம் (solid) என்றும், இதில் ஒரு சிறிய கன அளவு dVr = dxdydz என்றும் கொள்ளலாம். இதில் Qr என்பது ஒரு புள்ளி.



$\vec{f}$ என்னும் திசையன் சார்பைக் கருதலாம்.

எல்லை $\sum_{r=1}^{m}\vec{f}(Q_r)d_{Vr}$ என இருக்குமானால், அது ஒரு கன அளவுத் தொகை எனப்படுகிறது. மேலும் இது $\iiint_V \vec{f}dx\,dy\,dz$ = எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

தொகைத் தோற்றங்கள்

காசின் பாய்தல் தோற்றம் (Gauss divergence theorem). V என்னும் இடத்தை S என்னும் பரப்பு மூடியும், $\vec{F}$ என்னும் புள்ளித் திசையன் சார்பு (vector point function) தொடர்ச்சியான வகைக்கெழுக்காணத் தகுந்ததாயுமிருந்தால் (continously differentiable) $\iint_s \vec{F}.\hat{m}ds = \iiint_V (\nabla.F)dV$ என இருக்கும். இதில் $\hat{m}$ என்பது S இன் வெளிப்புறச் செங்குத்து அலகு திசையன் (outward drawn unit normal vector) ஆகும். இது ஒரு கன அளவுத் தொகை, பரப்புத் தொகைக்கு சமமாயுள்ளது.

ஸ்டோக்கின் தேற்றம் (Stoke's theorem). S என்னும் பரப்பு, C என்னும் வளைவரையால் அடைக்கப்பட்டும், F என்னும் புள்ளித் திசையன் சார்பு, தொடர்ச்சியான வகைகெழுக் காணத்தக்கதாயுமிருந்தால் $\iint_c \vec{F}.dr = \iint_c (\nabla \times \vec{F}).\hat{m}ds$ என இருக்கும். இதில் $\hat{M}$ என்பது Sன் செங்குத்து அலகு திசையன். இதில் ஒரு பரப்புத் தொகை, வளைவரை தொகைக்குச் சமமாயுள்ளது.

கிரீன் தோற்றம் (Green's theorem). இதைத் தளத்தில் உள்ள ஸ்டோக் தேற்றம் எனக் கூறலாம். தளத்தில் S என்னும் பரப்பை C என்னும் வளைவரை மூடியும். M,N என்னும் (x,y) சார்புகள், தொடர்ச்சியான வகைக்கெழுக் காணத்தக்க தாயிருந்தால், $\int_c Mdx + Ndy = \iint_s \left(\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y}\right)dxdy$ என இருக்கும். இது ஸ்டோக் தேற்றத்திலிருந்து கிடைப்பதைக் காணலாம்.

ஸ்டோக் தேற்றத்தில்

$\vec{F} = F_1\vec{i} + F_2\vec{j} + F_3\vec{k}$ ஆக அமையலாம்.

XOY தளத்தில் k = 0 ஆதலால்

$\vec{F} = F_1\vec{i} + F_2\vec{j}$ என ஆகிறது.

மேலும் $d\vec{r} = \vec{i}dx + \vec{j}dy$

ஆதலால் $\vec{F}.d\vec{r} = F_1dx = F_2dy$ என ஆகிறது.

$$\nabla \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ F_1 & F_2 & F_3 \end{vmatrix}$$

$$= \vec{i}\left(\frac{\partial F_3}{\partial y} - \frac{\partial F_2}{\partial z}\right) - \vec{j}\left(\frac{\partial F_3}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial z}\right) + \vec{k}\left(\frac{\partial F_2}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial y}\right)$$

$$(\nabla \times \vec{F}).\vec{k} = \frac{\partial F_2}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial y}$$

இவற்றை ஸ்டோக் தேற்றத்துடன் ஒப்புமைப்படுத்த,

$$\int_c (F_1 dx + F_2 dy) = \iint_s \left(\frac{\partial F_2}{\partial x} - \frac{\partial F_1}{\partial y}\right) dxdy$$

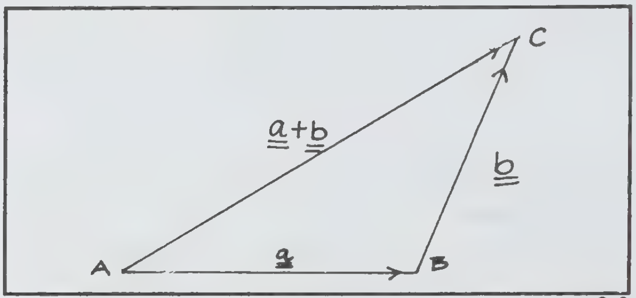
என்னும் கிரீன் தேற்றம் கிடைக்கிறது.

- எல். இராசகோபாலன்

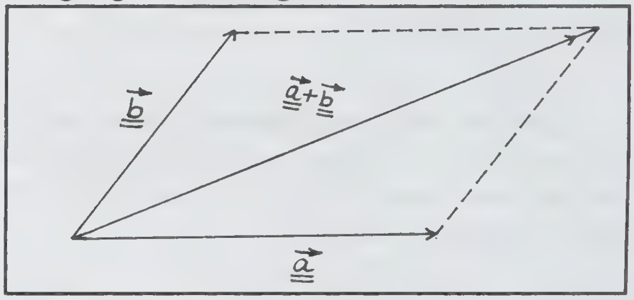
திசையன் நுண்கணிதம்

A,B என்பன இரு புள்ளிகளாயின் A இலிருந்து B வரையான திசை கொண்ட கோட்டுத் துண்டத்தை (directed line segment $\overrightarrow{AB}$ எனலாம். இதனை A வாலாகவும் B முனையாகவும் கொண்ட அம்பெனக் கருதலாம். இப்போது இதனை A என்னும் வால் புள்ளியிலிருந்து விடுவித்து நீளத்தையும், திசையையும் மாற்றாது தளத்தில் எந்தப் புள்ளியிலும் வைக்கலாம் என்று கருதினால் திசையன் (vector) என்னும் தத்துவம் பெறப்படுகிறது. திசையன் என்பது திசை கொண்ட நேர் கோட்டுத் துண்டம், திசைவேகம் (velocity), முடுக்கம் (acceleration), விசை (force) முதலான இயற்பியல் கூறுகள் அளவு மற்றும் திசை ஆகிய இரண்டும் பெற்று விளங்குவதால் கூறுகள் அளவு மற்றும் திசை இவற்றைத் திசையன் கணியங்களாகக் (vector quantities) கருதலாம். இவற்றத் திசை கொண்ட நேர் கோட்டுத் துண்டங்களாகக் குறிக்கலாம். இயற்பியல் கோட்பாடுகள் பலவற்றை திசையன் அமைப்பில் சொல்ல முடியுமாதலால் கணித இயற்பியலாருக்குத் திசையன் திசையன் பகுப்பாய்வு (vector analysis) இன்றியமையாதது.

திசையன் கூட்டல். $\vec{a}$ மற்றும் b ஆகிய இரு திசையன்களைக் கூட்டுகின்ற செயலை $\vec{a}+\vec{b}$ எனக் குறியீட்டில் எழுதலாம். அக்கூட்டலைக் காணும் வகை பின்வருமாறு. முதலில் $\vec{a}$ என்னும் திசையன் வரைய வேண்டும். $\vec{a}$ இன் முனையில் $\vec{b}$ இன் வால் அமையுமாறு $\vec{b}$ வரையலாம். இப்போது $\vec{a}+\vec{b}$ என்பது $\vec{a}$ இன் வாலிலிருந்து $\vec{b}$ இன் தலைக்குச் செல்லும் திசையன் ஆகும். எடுத்துக் காட்டாக $\vec{a} = \overrightarrow{AB}$ மற்றும் $\vec{b} = \overrightarrow{BC}$ எனில் $\vec{a}+\vec{b} = \overrightarrow{AC}$

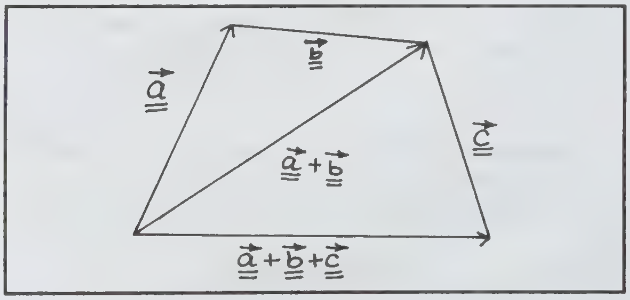


இதற்குச் சமமான மற்றொரு வரையறை இணைகர விதி (parallelogram law) எனப்படும். $\vec{a},\vec{b}$ என்பனவற்றை இணைகரத்தின் ஓர் உச்சியிலிருந்து செல்லும் இரு பக்கங்களாக அமைத்தால் $\vec{a}+\vec{b}$ என்பது அப்புள்ளியிலிருந்து செல்லும் மூலை விட்டமாகும்.



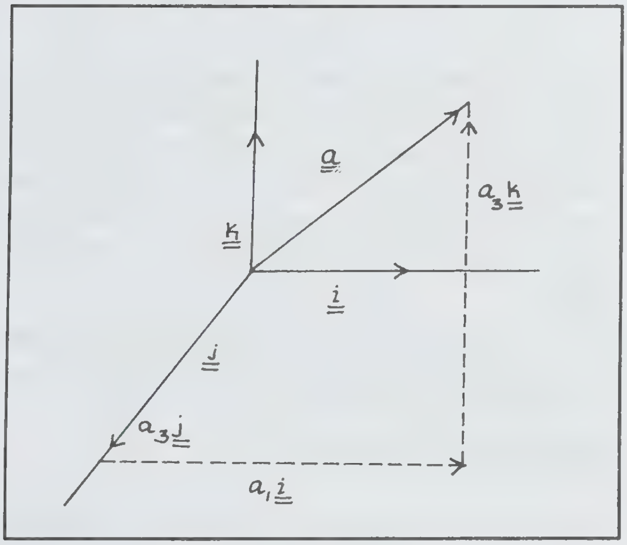
இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட திசையன்களையும் கூட்டல் செயலை அடுத்தடுத்துப் பயன்படுத்திக் கூட்டலாம்.

கூட்டல் மாற்ற விதியையும் (commulative law) விதியையும் (associative law) நிறைவு செய்கிறது.



$\vec{a}$ என்னும் திசையன் தரப்பட்டால் அதற்கு இணையாக ஆனால் வெவ்வேறு அளவைகளை உடைய திசையன்களின் தொகுப்பை உருவாக்க முடியும். X என்பது ஒரு மெய் எண் ஆனால். $X\vec{a}$ என்பது $\vec{a}$ க்கு இணையாகவும் (X) மடங்கு $\vec{a}$ இன் அளவையும் கொண்ட திசையன் ஆகும். X >0 எனில் $\vec{a}$ மற்றும் $X\vec{a}$ ஆகியன ஒரே திசையிலும் X <0 எனில் அவை எதிர்த்திசையிலும் அமைந்திருக்கும். $-\vec{a}$ என்னும் திசையன் a இன் எதிர் (negative) ஆகும். அதாவது இரண்டும் அளவால் சமம், திசையில் எதிர்ப்போக்கு உடையன. திசையன்களின் கழித்தல் செய்ல பின்வருமாறு வரையறை செய்யப்படுகிறது. $\vec{a}-\vec{b} = \vec{a}+(-\vec{b})$.

அச்சமைப்பு. ஆயத்தொலை வடிவக் கணிதத்தில் கார்ட்டீசியன் அச்சமைப்பைப் பயன்படுத்தித் திசையன்களைக் குறிப்பிட்டுக் காட்டலாம். x,y,z நேர் அச்சுகளுக்கு இணையாக ஓரலகு அளவுடைய திசையன்கள் $\vec{i},\vec{j},\vec{k}$ ஆகும். இம்மூன்று திசையன்களின் ஒரு படிக் கோவையாக எந்தத் திசையனையும் குறிப்பிட்டு எழுத முடியும்.



படம் 4

படத்தில் கண்டுள்ளபடி $\vec{a} = a_1\vec{i}+a_2\vec{j}+a_1\vec{k}$

இங்கே a_1, a_2, a_3 எண்ணிகளான கணியன்கள் (scalar quantities) முறையே X, Y மற்றும் Z அச்சுகளின் மேல் $\vec{a}$ வீழ்ச்சிகள் (projections) என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. a_1, a_2, a_3 என்பன $\vec{a}$ இன் கூறுகள் (components) எனப்படும். அதாவது a, என்பது $\vec{a}$ இன் x கூறு a_2 என்பது $\vec{a}$ இன் Y கூறு, a_3 என்பது $\vec{a}$ இன் Z கூறு.

$\vec{a} = a_1\vec{i}+a_2\vec{j}+a_3\vec{k}$ .... மற்றும்

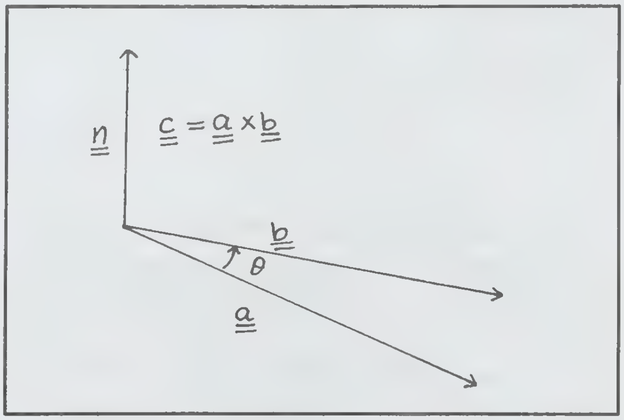
$b = b_1\vec{i}+b_2\vec{j}+b_3\vec{k}$ ..... எனில்

$$l\vec{a} + m\vec{b} = (la_1+mb_1)\,\vec{i} + (la_2+mb_2)\,\vec{j} + (la_3+mb_3)\,\vec{k}$$

உட்பெருக்கம். $\vec{a}$ மற்றும் $\vec{b}$ ஆகிய திசையன் இடையே உள்ள கோணம் எனில் $\vec{a},\vec{b}$ ஆகியவற்றின் உட்பெருக்கம் (inner product) பின்வருமாறு வரையறை செய்யப்படுகிறது. $\vec{a}.\vec{b} = |\vec{a}|\,|\vec{b}|\cos\phi$ $\vec{a}.\vec{b}$ ஒரு எண்ணி (scaler) கணியன் ஆகும்.

அதன் மதிப்பு, இரு திசையன்களின் அளவையும் அவற்றுக் கிடையேயான கோணத்தின் தொகை மதிப்பையும் பெருக்கிக் கிடைத்ததாகும்.

உட்பெருக்கம் மாற்று விதி, பரவு விதி (distributive law) ஆகியவற்றை நிறைவு செய்யும். $\vec{a}.\vec{b} = 0$ எனில் $\vec{a},\vec{b}$ ஆகிய திசையன்கள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தானவை.



திசையன் பெருக்கம். உட்பெருக்கத்தையன்றி இரு திசையன்களிடையே திசையன் பெருக்கம் அல்லது குறுக்குப் பெருக்கம் (vector product) என்னும் ஒரு பெருக்கல் செயலும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. $\vec{a},\vec{b}$ ஆகியவற்றின் திசையன் பெருக்கமான $\vec{a}\times\vec{b}$ ஆனது ஒரு திசையன் ஆகும். அது அளவில் $|\vec{a}|\,|\vec{b}|\sin\theta$ விற்குச் சமம். θ என்பது $\vec{a}$ மற்றும் $\vec{b}$ இடையான கோணம்; திசையில் $\vec{a}\times\vec{b}$ ஆகியவை அமைக்கும் தளத்துக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். $\vec{c} = \vec{a}\times\vec{b}$ எனில் a விருந்து b க்கு θ கோணத்தில் சுழற்றும்போது வலம்புரித்திருகு (right handed screw) வழியே முன்னேறும்.

கார்டீசியன் அமைப்பில்

$\vec{a} = a_1\vec{i}+a_2\vec{j}+a_3\vec{k}$

$\vec{b} = b_1\vec{i}+b_2\vec{j}+b_3\vec{k}$ எனில்

$\vec{a}x\vec{b} = a_1b_1+a_2b_2+a_3b_3$

$$\vec{a}\times\vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$

ஆகும். திசையன் பெருக்கம் மாற்று விதியை நிறைவு செய்யாது. ஏனெனில் $\vec{a}x\vec{b} = -\vec{b}x\vec{a}$

மேலும் $\vec{i}x\vec{i} = \vec{j}x\vec{j} = \vec{k}x\vec{k} = 0$ .... என்பதையும்

$\vec{i}x\vec{j} = k,\ jxk = i,\ kxi = j$ என்பதையும் எளிதில் நிறுவலாம்.

திசையின் பெருக்கம் பரவு விதியினை நிறைவு செய்யும்.

அதாவது $\vec{a}\times(\vec{b}+\vec{c}) = \vec{a}\times\vec{b}+\vec{a}\times\vec{c}$

$+(\vec{a}+\vec{b})\times\vec{c} = \vec{a}\times\vec{b}+\vec{b}\times\vec{c}$

நுண்கணிதம் சார்ந்த திசையன். திசையனைச் சார்ந்த மூன்று நுண்கணிதச் செயல்கள் மிகுந்த சிறப்புடையன. $\phi(x,y,z)$ என்னும் எண்ணி தரப்பட்டால் $\frac{\partial\phi}{\partial x}, \frac{\partial\phi}{\partial y}, \frac{\partial\phi}{\partial z}$ என்னும் மூன்று பகுதி வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் காணலாம். அதிலிருந்து $\frac{\partial\phi}{\partial x}\vec{i}+\frac{\partial\phi}{\partial y}\vec{j}+\frac{\partial\phi}{\partial z}\vec{k}$ என்னும் திசையி உருவாக்கலாம். இது ϕ இன் சரிவு (gradient of ϕ) அல்லது grad ϕ அல்லது del ϕ அல்லது $\nabla\phi$ எனப்படும். $\phi(x, y, z)$ = மாறிலி என்னும் மேற்பரப்புக்கு ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் gradϕ என்னும் திசையன்களம் (vector field) செங்குத்தாக இருக்கும்.

டெல் செயலி (del operator) எனப்படும்.

$$\nabla = \vec{i}\frac{\partial}{\partial x}+\vec{j}\frac{\partial}{\partial y}+\vec{k}\frac{\partial}{\partial z}$$

வகை நுண் திசையன் கணிதத்தில் மிகுந்த பயன்பாடு கொண்டது. $V=V_1(x,y,z)\vec{i}+V_2(x,y,z)\vec{j}+V_3(x,y,z)\vec{k}$ என்னும் திசையன் களம் தரப்பட்டால் V இன் பாய்வு (div V) பின்வருமாறு வரையறை செய்யப்படுகிறது.

$$\text{div}\,\vec{V} = \nabla.\vec{V} = \frac{\partial V_1}{\partial x}+\frac{\partial V_2}{\partial y}+\frac{\partial V_3}{\partial z}$$

$\nabla\times\vec{V}$ என்பது V இன் சுருட்டை Curl $\vec{V}$ என வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளது.

$$\nabla\times\vec{V} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix}$$

$$= \left(\frac{\partial V_3}{\partial y}-\frac{\partial V_2}{\partial z}\right)\vec{i}+\left(\frac{\partial V_1}{\partial z}-\frac{\partial V_3}{\partial x}\right)\vec{j}+\left(\frac{\partial V_2}{\partial x}-\frac{\partial V_1}{\partial y}\right)k$$

திசையன் சார்ந்த நேர் கோட்டுத் தொகை (line integral), மேற்பரப்புத் தொகை (surface ihtegral) கண வழித் தொகை (volume integral) ஆகியவற்றை வரையறை செய்ய முடியும். காஸ் தோற்றத்தைப் (Gauss theory) பயன்படுத்துவன் மூலம் மேற்பரப்புத் தொகையை கணவழித் தொகையாக மாற்ற முடியும். காண்க. திசையன் இயற்கணிதம், திசையன் தொகை.

- கோ. சண்முகசுந்தரம்

திசையன் பெருக்கல்

$\vec{a},\vec{b}$ எனும் இரு திசையன்களின் பெருக்கல் $\vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\phi$ என வரையறுக்கப்படுகிறது. இங்கு $\vec{a},\vec{b}$ என்பவை $\vec{a},\vec{b}$ என்னும் திசையன்களின் அளவையும் (மதிப்பையும்) θ என்பது இத்திசையன்களுக்கிடைப்பட்ட கோணத்தையும் குறிக்கும். $\vec{c} = \vec{a}x\vec{b}$ எனக் கொண்டால், c என்பது a,b எனும் இரு திசையன்களுக்கும் செங்குத்தாயிருக்கும். இம்மூன்று திசையன்களும் ஒரு வலக்கை முறையை (right handed system) உருவாக்குகின்றன.

குறியீட்டு முறையில் $\vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\phi$. n என எழுதப் படுகிறது. இங்கு n என்பது $\vec{a},\vec{b}$ எனும் இரு திசையன்

களுக்கும் செங்குத்தாயிருக்கும். $\vec{b}x\vec{a}$ என்பது $\vec{a}x\vec{b}$ க்கு எதிர்திசையில் உள்ளமையால் $(\vec{a}x\vec{b})$ = $(\vec{b}x\vec{a})$ எனக் கிடைக்கும்.

i, j, k என்பவை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயுள்ள ஓரலகு திசையன்களாயின.

i x i = 0 = j x j = k x k

i x j = k = -j x i

j x k = i = -k x j

k x i = j = -i x k

என்னும் விளைவுகள் கிடைக்கின்றன.

a, b, c எனும் மூன்று திசையன்களைக் கொண்டு **ax(b+c) axb+ axc** எனும் பங்கீட்டு விதி உண்மையாக உள்ளமையைக் காணலாம்.

$\mathbf{a = a_1 i + a_2 j + a_3 k, \; b = b_1 i + b_2 j + b_3 k}$ எனக் கொண்டால்,

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$

எனும் அணிக் கோவையாக அமைவதைக் காணலாம். இவ்விளைவைப் பயன்படுத்தி மூன்று திசையன்களின் திசைப் பெருக்கலை $\vec{a}x(\vec{b}x\vec{c})$ = $(\vec{a}.\vec{c})$ $\vec{b}$ - $(\vec{a}.\vec{b})\vec{c}$ எனக் காணலாம். ஆனால் ax(bxc) (axb) x c என்று கிடைக்கிறது. திசையன் கூட்டலைப் போன்றே, பெருக்கலும் திசையன் பகுப்பாய்வில் பெரும் பங்கு உடையது.

- எம். அரவாண்டி

திசையன் வகைக்கெழு

f என்னும் திசையன் $f_1\vec{i} + f_2\vec{j} + f_3\vec{k}$ எனலாம். இதில் f_1, f_2, f_3 இவை u என்னும் திசையிலி மாறியின் (scalar variable) சார்பு எனலாம். இப் பொழுது fம் u வின் சார்பாக இருக்கும். அதாவது $f(u) = f_1(u)\vec{i} + f_2(u)\vec{j} + f_3(u)\vec{k}$ என்னும் திசையன் சார்பு ஆகிறது. u வின் ஒவ்வொரு மதிப்புக்கும் $\vec{f}(u)$ க்கும் ஒரு

திசையன் மதிப்புள்ளது. இப்பொழுது u வை u + δu என மாற்றினால் $\vec{f}(u)$ வும் $\vec{f}(u+\delta u)$ என மாறுகிறது.

எல்லை $\dfrac{\vec{f}(u+\delta u) - \vec{f}(u)}{\delta u}$ இந்த எல்லை (limit) இருக்குமானால் $\vec{f}(u)$ வகையிடத்தக்கது (derivable) என்றும், இந்த எல்லை $\vec{f}$ இன் திசையன் வகைக்கெழு $\dfrac{\vec{df}}{du}$ என்றும் கூறப்படும்.

அதாவது $\dfrac{\vec{df}}{du}$

எல்லை $\dfrac{f(u+\delta u) - f(u)}{\delta u}$

இந்த வகைக்கெழுவும் ஒரு திசையன் சார்பு; (vector function) இதைத் தொடர்ச்சியாக வகையிடலாம்.

அதாவது, $\dfrac{d}{du}\left(\dfrac{d\vec{f}}{du}\right) = \dfrac{d_2\vec{f}}{du^2}$

$\dfrac{d}{du}\left(\dfrac{d^2\vec{f}}{du^2}\right) = \dfrac{d^3\vec{f}}{du^3}$ போன்று f(u) ஒரு மாறிலிச் சார்பாக (constant function) இருந்தால்

$\vec{f}(u+\delta u) = \vec{f}(u)$ என உள்ளது. ஆகையால் $\dfrac{df}{du} = 0$ என ஆகிறது. ϕ(u) என்பது u வின் ஒரு திசையிலிச் சார்பு எனலாம். $\phi\vec{f}(u)$ என்பது ஒரு திசையன் சார்பாகும். இதற்கு வகைக்கெழு உண்டு. அதாவது

$$\frac{d}{du}\left[\phi\vec{f}(u)\right] = \phi\frac{d\vec{f}(u)}{du} + \frac{d\phi\vec{f}(u)}{du}$$

இதன் மெய்ப்பிப்பு வருமாறு :

$\vec{y} = \phi(u)\,\vec{f}(u)$ என்க. அதாவது

$\vec{y} = \phi\vec{f}$

u வை u + δu ஆக மாற்றவும்.

$\vec{y} = \delta\vec{y} = (\phi+\delta\phi)(\vec{f}+\delta\vec{f})$

ஆதலால் $\delta\vec{y} = \phi\delta\vec{f} + \delta\phi\vec{f} + \delta\phi\delta\vec{f} - \phi\vec{f}$

$= \phi\delta\vec{f} + \phi\delta\vec{f} + \delta\phi\delta\vec{f}$

கருதுக :-

$$\frac{\delta\vec{y}}{\delta u} = \delta u \to O\left[\frac{\delta\vec{y}}{\delta u} + \frac{\delta\phi}{du}\delta\vec{f}\right]$$

இரு பக்க எல்லைகள் இருக்குமானால்,

$$\frac{\delta\vec{y}}{\delta u} = \frac{d}{du}\left[d\vec{f}\right] = \phi\frac{d\vec{f}}{du} + \frac{d\phi}{du}\vec{f}$$

எனக் கிடைக்கிறது. இதே போல் பின்வரும் வழிகளும் கிடைக்கின்றன.

இது மெய்யெண் சார்புகளின் வகைக்கெழுப் பெருக்கல் விதி (product rule for differentiation of real functions) போல் உள்ளது.

1. $\frac{d}{du}\left(\vec{A} + \vec{B}\right) = \frac{d\vec{A}}{du} + \frac{d\vec{B}}{du}$

2. $\frac{d}{du}\left(\vec{A}.\vec{B}\right) = \frac{d\vec{A}}{du} + \vec{B} + \vec{A}.\frac{d\vec{B}}{du}$

3. $\frac{d}{du}\left(\vec{A} \times \vec{B}\right) = \frac{d\vec{A}}{du} \times \vec{B} + \vec{A} \times \frac{d\vec{B}}{du}$

4. $\frac{d}{du}\left[\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}\right] = \left[\frac{d\vec{A}}{du}, \vec{B}, \vec{C}\right] + \left[\vec{A}\frac{d\vec{B}}{du}, \vec{C}\right] + \left[\vec{A}, \vec{B}\frac{d\vec{C}}{du}\right]$

$\vec{f}, \frac{d\vec{f}}{du}$ இவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு

1. $|\vec{f}| = f$ மாறிலி எனலாம். $\vec{f}.\vec{f} = \vec{f}^2$ என்னும் முடிவு உள்ளது. இதை, u வின் சார்பாக வகைக்கெழுக் காணலாம்.

$\vec{f}.\frac{d\vec{f}}{du} + \frac{d\vec{f}}{du}.\vec{f} = 0$ அல்லது $2\vec{f}.\frac{d\vec{f}}{du} = 0$ அல்லது

$\vec{f}.\frac{d\vec{f}}{du} = 0$ அதாவது $\vec{f}, \frac{d\vec{f}}{du}$ செங்குத்துகள்

ஆகையால் $|\vec{f}|$ மாறிலி என்றால், $\vec{f}, \frac{d\vec{f}}{du}$ செங்குத்துகள்

2) $\vec{f}$ இன் திசை, மாறிலி (constant direction) எனலாம். $\vec{f} = f\,\hat{f}$ என உள்ளது. $\hat{f}$ இன் திசை மாறிலி என்பதால் $\hat{f}$ இன் திசையும் மாறிலியே. $|\hat{f}| = 1 =$ மாறிலி, ஆகையால் $\hat{f}$ ஒரு மாறிலத் திசையன் (constant vector)

$$\vec{f} \times \frac{d\vec{f}}{du} = \vec{f} \times \frac{d}{du}[f\,\hat{f}]$$

$$= f \times \left[\frac{df}{du}\hat{f} + f\frac{d\hat{f}}{du}\right];$$

$$= \hat{f} = \frac{df}{du}\hat{f}$$

$= f\,\hat{f} = \frac{df}{du}\hat{f} = \left(f\frac{df}{du}\right)\hat{f} \times \hat{f} = 0$ ஏனெனில் $\hat{f}$

ஒரு மாறிலி ஆதலால் $\frac{d\hat{f}}{du} = 0\,f, \frac{d\hat{f}}{du}$ இவை இணையத் திசையன்கள். அதாவது $\vec{f}$ இன் திசை மாறிலியானால் $\vec{f} = \frac{df}{dh}$ இவை இணைத் திசையன்கள்.

$\vec{r} = \vec{r}(u)$ என்னும் வளைவரைக்கு $\frac{d\vec{r}}{ds}$ என்பது அலகு தொடுகோட்டுத் திசையன் (unit tangent vector) என்பதைக் காணலாம்.

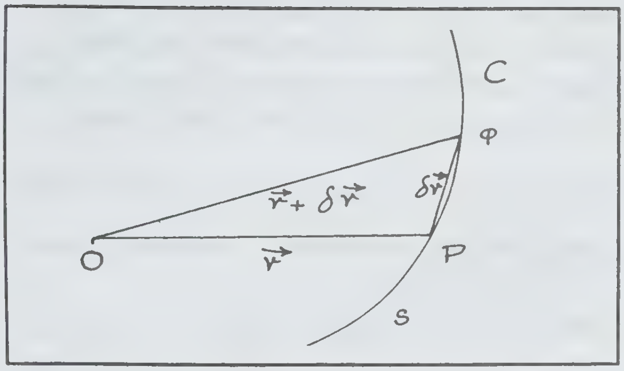
வளைவரை C இன் சமன்பாடு $\vec{r} = \vec{r}(s)$ எனலாம். இதில் S என்பது வளைவரையின் P வரையிலுள்ள வில்லின்

$\vec{OP} = \vec{r}$ எனலாம்.

$\vec{OQ} = \vec{r} + \delta\vec{r}$ எனலாம்.

ஆகையால் $\vec{PQ} = \delta\vec{r}$ எனக் கிடைக்கிறது. Q, Pஐ நெருங்கினால் PQ என்னும் நாண் எல்லையில் P இடத்துக்குத் தொடுகோடு ஆகும்.

எல்லை $\frac{\delta\vec{r}}{\delta s}$



இது P இடத்துத் தொடுவரைத் திசையன் ஆகிறது.

$$\left|\vec{\delta r}\right| = \left|\vec{PQ}\right| = PQ = ds$$

என உள்ளது. ஆகையால்

$\dfrac{\vec{\delta r}}{\delta s} = \dfrac{\vec{\delta r}}{|\delta r|}$ என ஆகிறது. ஆனால் $\dfrac{\vec{\delta r}}{\left|\vec{\delta r}\right|}$

தொடுகோட்டுத் திசையில் உள்ள அலகு திசையனாகிறது.

ஆகையால் எல்லையில் $\dfrac{d\vec{r}}{ds}$ என்பது. அலகு தொடுகோட்டுத் திசையனாகிறது. இதை t எனக் குறிக்கலாம்.

∇ என்னும் வகைக்கெழுச் செயலி
(differential operator)

∇ என்பது $\vec{i}\dfrac{\delta}{\delta x} + \vec{j}\dfrac{\delta}{\delta y} + \vec{k}\dfrac{\delta}{\delta y}$ ஆகும்.

காண்க : திசையன் களம்.

- எல். இராசகோபாலன்

திசையிலி

எண் மதிப்பால் மட்டும் குறிப்பிடப்படும் ஓர் இயற்பியல் அளவு திசையிலி (scalar) எனப்படும். பருமன், அடர்த்தி, வேகம், ஆற்றல், பொருண்மை, நேரம் என்பன திசையிலிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். விசை, திசைவேகம் போன்ற அளவுகள், எண் மதிப்பு மற்றும் திசை ஆகிய இரண்டையும் பெற்றுள்ளமையால் இவை திசையன்கள் (vectors) எனப்படுகின்றன. தொலைவிற்கான அலகியல் திசையன் இரண்டு (2) என்பதன் எண் மதிப்பு (magnitude) திசையிலி இரண்டு ஆகும். இரண்டு திசையன்களின் புள்ளி அல்லது திசையிலிப் பெருக்கம் (scalar product) அவற்றில் இடம்பெற்றுள்ள மூன்று மெய் எண்களின் பெருக்கமாகும். முதல் திசையனின் எண் மதிப்பு, இரண்டாம் திசையனின் எண் மதிப்பு, இரண்டிற்குமிடைப்பட்ட கொசைன் கோண அளவு ஆகும். இந்தப் பெருக்கல் மதிப்பு ஒரு திசையிலி ஆகும்.

திசையிலி பொதுவாக மெய் எண்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஆனால் மிகை எண்ணாக இருக்க வேண்டிய இன்றியமையாமை இல்லை. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு துகளின் மீது ஒரு விசையால் செயற்படுத்தப்படும் வேலையின் அளவு குறை எண்ணாக இருப்பின், துகள் நகரும் திசை, விசையின் திசைக்கு எதிராக இருக்கிறது என்று பொருள். திசையிலி எளிய இயற்கணித (algebra) விதிகளுக்கு உட்படும். S = S(x,y,z), F = F(x,y,z) என்னும் சார்பு தொடர்புகளில் S என்பது மெய் எண், F திசையன் ஆகும். மேலும் S(s,y,z) என்பது திசையிலிச் சார்பு. ஆனால் F(x,y,z) ஒரு திசையன் சார்பாகும்.

- பெ. துரைசாமி

திசையுறு கொசைன்

α, β, γ என்னும் கோணங்களை அச்சுகளின் மிகை திசையில் ஒரு கோடு ஏற்படுத்தினால் cosα, cosβ, cosγ என்பவை கொடுக்கப்பட்ட அக்கோட்டின் திசையுறு கொசைன்களாகும். அவற்றைப் பொதுவாக, l, m, n எனும் எழுத்தக்களால் முறையே குறிப்பது வழக்கம். P(x,yȝ) புள்ளி எனும் O எனும் ஆதியிலிருந்து r எனும் தொலைவில் இருந்தால், OP எனும் கோட்டிற்கான திசையுறு கொசைன்களை முறையே $\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r}$ என எளிதாக நிறுவலாம். இவற்றை l, m, n என எடுத்துக்கொள்ள, $l = \frac{x}{r}$, $m = \frac{y}{r}$, $n = \frac{z}{r}$ என மதிப்பேற்று, $OP^2 = x^2 + y^2 + z^2$ என்பது $r^2 = l^2r^2 + m^2r^2 + n^2r^2$ எனவும், இதைச்சுருக்க, $l^2 + m^2 + n^2 = 1$ என்னும் மிக முக்கியமான ஒரு விளைவு உருவாகிறது. மேலும் திசையுறு விகிதங்களை (direction ratios) வரையறுக்க, திசையுறு கொசைன்கள் பயன்படுவதை அறியலாம். ஆயத் தொலைவடிக் கணிதத்தில் திசையுறு கொசைன்கள் சிறப்புப் பங்கு பெறுகின்றன.

- எம். அரவாண்டி

திசையொவ்வாப் பண்பு

ஒரு பொருளின் இயற்பியல் பண்புகள் அவை அளக்கப்படும் திசையைப் பொறுத்தவை அல்ல எனில், பொருள் திசையொத்த பண்பு கொண்டது எனலாம். இத்தகைய பண்புடைய பொருள் ஒன்றின் ஒளிவிலகல் எண், மின்கடத்தல் எண் போன்றவை அனைத்துத் திசைகளிலும் ஒரே மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். ஒற்றைப் படிகங்கள் திசையொத்த பண்புடையவையாகவோ திசையொவ்வாப் பண்புடையவை யாகவோ இருக்கலாம். கனசதர ஒற்றைப் படிகங்கள் மின்தடை எண்ணைப் பொறுத்துத் திசையொத்த பண்புடைவையாக இருக்கும். ஆனால் மீட்சி (elasticity) தன்மையை பொறுத்துத் திசையொவ்வாமல் (anisotropy) இருக்கும்.

அளக்கப்படும் திசையைப் பொறுத்து இயற்பியல் பண்பு மாறுபடுமெனில் ஒரு பொருள் திசையொவ்வாப் பண்பைப் பெற்றிருப்பதாகக் கூறலாம். ஒற்றைப் படிகங்கள், சிலவற்றில் குறிப்பிட்ட திசை வழியே அளக்கப்படும் மின்தடை எண் மதிப்பு. அதற்குச் செங்குத்துத் திசையில் அளக்கப்படும் மதிப்பை விட மிகுந்திருக்கும். மின்தடையைப் பொறுத்துத் திசையொவ்வாப் பண்பை இப்படிகங்கள் பெற்றுள்ளன என்று கூறலாம். நீர்மப் படிகங்கள், ஒற்றைப் படிகங்கள் போன்றவை சில இயற்பியல் பண்புகளைப் பொறுத்துத் திசையொவ்வாத் தன்மை பெற்றிருக்கும்.

திசையொவ்வாப் பண்புடன் தொடர்புடைய மீட்சியில் என்னும் ஒரு பண்பை விளக்கலாம். வெளிவிசை செயல் படுவதன் மூலம் வடிவமும், அளவும் மாறுதலுக்கு உட்பட்ட, விசை நீங்கிய பின் மீண்டும் தொடக்க நிலையை அடையும் பொருள்களின் பண்பு மீட்சியல் ஆகும். மீட்சியில் என்பது செயல்படும் விசைக்கும் ஏற்படும் மாற்றத்துக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை விளக்கும் பண்பாகும். திசையொவ்வாப் பண்பு பற்றிய ஆய்வு, அறிவியல் மற்றும் தொழில் துறைகளில் மிகுதியாகப் பயன்படும், கட்டடம் உருவாக்குதல், அதிர்வுக் கொள்கை பற்றிய ஆய்வு, படிக அணுக்களிடையே உள்ள விசை பற்றிய ஆய்வு ஆகிய பல்வேறு செயல்களுக்கும் இது பயன்படும். அனைத்து ஒற்றைப் படிகங்களும் மீட்சியலைப் பொறுத்துத் திசையொவ்வாப் பண்பைக் கொண்டவை. ஏனெனில், மீட்சியல் பண்புகள் அளக்கப்படும் திசையைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன.

திசையொவ்வாப் பண்பு பற்றிய ஆய்வு, பொருள்களை எந்நிலையில் வைத்துப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்னும் விவரத்தைத் தெரிவிக்கும். தூண்கள் எந்நிலைகளில் சுமைதாங்க முடியும், படிகங்கள் எவ்வாறு மின்னூட்டம் பெற்றால் அதிர்வுகளை உருவாக்கும் போன்ற பல்வேறு தகவல்களைப் பெறத் திசையொவ்வாப் பண்பு உதவும்.

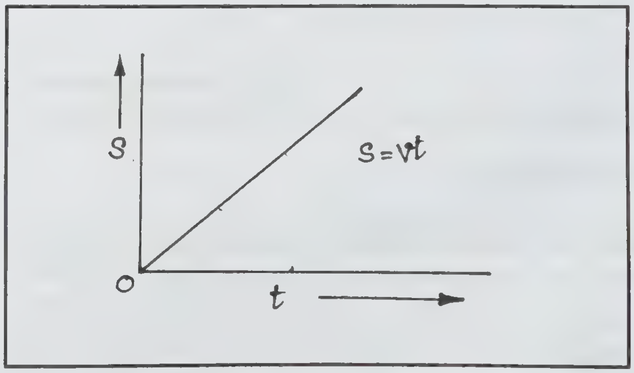
- எஸ். பாண்டி

திசைவேகம்

ஓர் இயங்கும் பொருள் ஒரு நொடியில் பெறும் இடப் பெயர்ச்சி, அதன் திசைவேகம் (velocity) எனப்படும். ஒரு துகள் நேர்க்கோட்டில் இயங்கும்போது அதன் வேகமும் திசை வேகமும் சமமாகும். ஆனால், துகள் வளைவுப்பாதை வழியாகச் சீராகச் செல்லும்போது அதன் வேகம் மாறாமலி ருந்தாலும் அதன் இயக்கத்திசை தொடர்ந்து மாறுவதால், அதன் திசைவேகம் மாறுபடும்.

திசைவேகம் மீ/நொடி என்னும் அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது எண் மதிப்பு, திசை என்னும் இரண்டையும் பெற்றுள்ளது. திசை வேகத்தைக் குறிப்பிடும்போது அதன் வேக அளவு மற்றும் திசை குறிப்பிடப் பட வேண்டும். எனவே திசை வேகம் ஒரு திசையன் (vector) அளவீடாகும். இங்கு எண் மதிப்பு வேகத்தைக் (speed) குறிக்கிறது.

சீரான திசைவேகம். ஒரு பொருள், ஒரே திசையில் சம நேரங்களில் சம தொலைவைக் கடக்குமாயின் அது மாறா அல்லது சீரான திசைவேகத்தோடு (uniform velocity) இயங்குகிறது எனலாம். பொருளின் திசைவேகம் சீராக இருக்கும் போது, அப்பொருள் ஓரலகு நேரத்தில் பெறும் இடப் பெயர்ச்சி அதன் திசைவேகமாகும்.



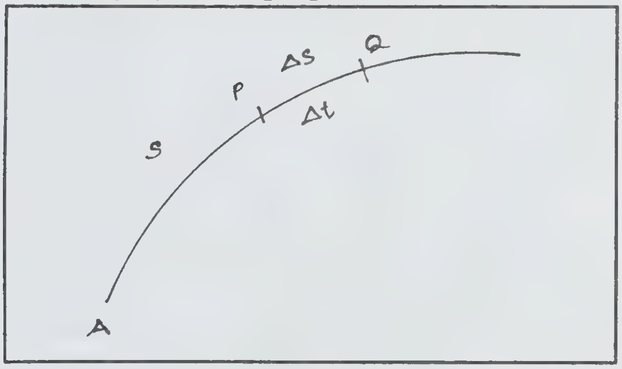
படம் 1 மாறா. வேகத்துடன் செல்லும் பொருளின் s,t இவற்றிற்கிடையேயான வரைபடம்

மாறாத் திசைவேகம், v எனில் t நேரத்தில் கடந்த தொலைவு s = vt ஆகும். சீரான திசைவேகத்துடன் இயங்கும் ஒரு பொருளுக்கான S இதற்கும் t இற்கும் இடையே வரையப்பட்ட வரைபடம் படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

முன்னர்க் குறிப்பிட்டுள்ள சமன்பாட்டை இருபுறமும் t ஆல் வகுத்தால் $v = \frac{s}{t}$ ஆகும். இது திசைவேகத்தின் சமன்பாடு ஆகும். ஒரு பொருள் சமகாலத்தில் கடக்கும் தொலைவுகளோ அதன் இயக்கத்திசையோ மாறுபடின் அதன் திசைவேகம் மாறுபடுகிறது.

திசைவேகம் மாறும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் பொருளின் சராசரி திசைவேகத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட கணத்தில் பொருளின் திசை வேகம். திசைவேகம் மாறும்போது குறிப்பிட்ட கணத்தில் பொருளின் திசைவேகத்தை வகையீட்டைப் பயன்படுத்திக் காணலாம். இயங்கும் ஒரு பொருள் t என்னும் கணத்தில் அதன் பாதையில் S என்னும் தொலைவைக் கடந்து P என்னும் புள்ளியில் இருப்பின், t என்னும் கணத்தில் அதன் திசைவேகத்தைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.



படம் 2

t என்னும் கணத்தை அடுத்துள்ள, Δt என்னும் மிகக் குறுகிய காலத்தில் அப்பொருளின் இடப் பெயர்ச்சி ΔS எனில், அக்குறுகிய கால இடைவெளியில் பொருளின் சராசரி திசைவேகம் $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ ஆகும். எனவே, குறிப்பிட்ட கணத்தில் அப்பொருளின் திசைவேகம்

$$v = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

இத்திசைவேகம் P என்னும் புள்ளியில் அதன் பாதைக்கு வரையப்படும் தொடுகோட்டின் திசையை நோக்கி இருக்கும்.

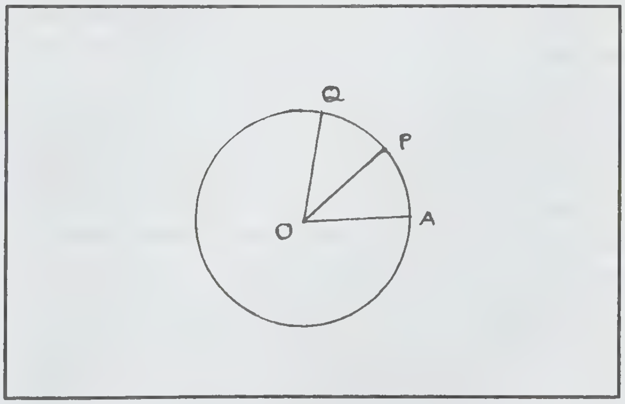
சராசரி திசைவேகம். ஒரு பொருள் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் பெற்ற மொத்த இடப்பெயர்ச்சிக்கும் அக்கால அளவிற்கும் உள்ள விகிதம் அப்பொருளின் சராசரி திசைவேகம் எனப்படும்.

$$\text{சராசரி திசைவேகம்} = \frac{\text{மொத்த இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{எடுத்துக்கொண்ட காலம்}}$$

ஒரு பொருள் குறிப்பிட்ட தொலைவில் ஒரு பகுதியைக் கடப்பதற்கு (v_1, திவைவேகத்தில்) எடுத்துக்கொண்ட நேரம் t_1 எஞ்சிய தொலைவைக் கடப்பதற்கு (v_2 திவைவேகத்தில்) எடுத்துக்கொண்ட நேரம் t_2 எனில் நேரத்தைப் பொறுத்த சராசரி திசைவேகம்.

$$v = \frac{v_1t_1 + v_2t_2}{t_1 + t_2} \text{ ஆகும்.}$$

கோணத் திசைவேகம். P என்னும் புள்ளி ஒரு சமதளத்தில் இயங்க, O என்பது அத்தளத்திலுள்ள ஒரு நிலையான புள்ளியாகவும், OA என்ப து O வழியாக வரைந்த நிலையான நேர்கோடாகவும் இருந்தால், ∠AOP என்னும் கோணம் அதிகரிக்கும் வீதம், O ஐப் பற்றி இயங்குகின்ற அப்புள்ளியில் கோணத் திசைவேகம் எனப்படும்.



படம் 3

t நொடியில் OP நகரும் போது ஏற்படுத்தும் கோண அளவு O ஆகும். அதையடுத்த δt நேரத்தில் OP என்பது δθ கோணத்தை ஏற்படுத்தும்.

$$\delta t \text{ நேரத்தில் கோணத் திசைவேகம் } \frac{\delta Q}{\delta t}$$

இனி δt இன் மதிப்பு சுழியை அணுகும்போது, $\frac{\delta Q}{\delta t}$ இன் மதிப்பு O பற்றி P இன் கோணத் திசைவேகத்தைக் கொடுக்கும். அதாவது $\lim_{\delta t \to 0} \frac{\delta\theta}{\delta t} = \frac{d\theta}{dt}$ என்பது t என்றும் கணத்தில் P இன் கோணத்திசை வேகமாகும். ஆகவே கோணத் திசைவேகம் $w = \frac{d\theta}{dt}$ ஆகும்.

கோணத் திசைவேகத்தை, நொடிக்கு எவ்வளவு ரேடியன் கோணம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது என்பதைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் புள்ளி P இலும் அடுத்த நொடியில் Q விற்கும் நகர்ந்தால், கோணத் திசைவேகம் ∠POQ ரேடியன் ஆகும்.

$$\angle POQ \text{ ரேடியன்} = \frac{PQ}{OP}$$

ஒருநொடியில் P என்னும் புள்ளி PQ என்னும் வில்லை வரைந்தால், PQ என்னும் வில்லின் நீளம் புள்ளியில் நேர்கோட்டுத் திசைவேகம் v க்குச் சமமாகும்.

கோணத் திசைவேகம் $\omega = \frac{v}{r}$ அதாவது $v = \gamma\omega$ ஆகும்.

திசைவேகங்களின் தொகுப்பு. ஒரு துகள் ஒரே நேரத்தில் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட திசைவேகங்களைப் பெற்றிருக்கலாம். துகள் v_1, v_2 என்றும் இரு திசைவேகங்களை ஒருங்கே பெற்றிருப்பின், அதன் விளைவுத் திசைவேகம் v, அவ்விரு திசை வேகங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமம். அதாவது $v = v_1 + v_2$ மேலும் அது அவ்விரு திசைவேகங்களின் திசையிலேயே செயல்படும்.

ஒரு துகள் எதிர்த்திசையில் செயல்படும் v_1, v_2 என்னும் இரு திசைவேகங்களைப் பெற்றிருப்பின், அத்துகளின் விளைவுத் திசைவேகம் $v = v_1 \sim v_2$. மேலும் அது அவ்விரு திசைவேகங்களுள் பெரியதன் திசையில் செயல்படும்.

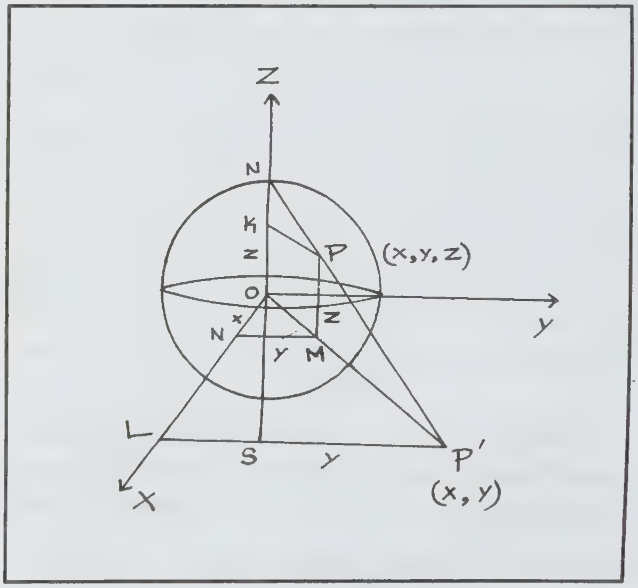
சார்புத் திசைவேகம். இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு மதிப்பிலோ, திசையிலோ, இரண்டிலுமோ மாறுபட்டுக் கொண்டிருப்பின் ஒரு புள்ளியின் திசைவேகம் மற்றொரு புள்ளியின் சார்புத் திசைவேகம் (relative velocity) எனப்படும்.

B ஐப் பொறுத்து A இன் சார்புத் திசைவேகம் A இன் திசைவேகத்துடன் B இன் திசைவேகத்திற்குச் சமமான ஆனால் எதிர்த்திசையில் உள்ள திசைவேகத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் கிடைக்கும். எடுத்துக்காட்டாக முதலில் இணையான பாதைகளில் சம திசைவேகங்களுடன் செல்லும் இரு தொடர்வண்டிகளில் A,B என்னும் இருவரை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். A என்பவர் தம் கருத்தை B மீது ஊன்றி உற்று நோக்குவராயின் அவருக்கு B இயங்குபவராகவே தோன்றாது. அதாவது A ஐப் பொறுத்த வரை B-இன் திசைவேகம் சுழியாகும். AB என்னும் கோட்டின் நீளம் மாறாமல் இருக்கும். அடுத்து முதல் வண்டி மணிக்கு 40 கி.மீ. இலும், இரண்டாம் வண்டி மணிக்கு 40 கி.மீ. இலும் ஒரே திசையில் செல்வதாகக் கொள்ளலாம். இப்போது A என்பவருக்கு B என்பவர் 10 கி.மீ. வேகத்துடன் முன்னேறிச் செல்வதாகத் தோன்றும். இது A ஐப் பொறுத்து B இன் சார்புத் திசைவேகமாகும்.

- பெ. துரைசாமி

திட்டக்காட்சி முறை வீழல்

ஒரு கோளத்தின் (sphere) மேல் உள்ள புள்ளிகளை ஒரு தளத்தின் மேலும் ஒரு தளத்தில் உள்ள புள்ளிகளை ஒரு கோளத்தின் மீதும் ஒன்றுக் கொன்றாகக் கொண்டு வருவது திட்பக்காட்சி முறை வீழல் (sterographics projection) எனப்படும்.



OX, OY, OZ என்பவை ஆய அச்சுகள், XOY என்னும் தளம், மையமாகவும், ஓர் அலகை ஆரமாகவும் உடைய கோளத்தின் இரு அரைக் கோளங்களாகப் பிரிக்கிறது. OZ கோளத்தை V ல் சந்திக்கிறது.

N வடக்குப் புள்ளி (north point) ஆகும். P என்பது கோளத்தின் மேல் ஏதேனுமொரு புள்ளி எனலாம். N, P ஆகியவற்றை நேர்கோட்டால் இணைத்து நீட்டினால் அது XOY தளத்தை P′ இல் சந்திக்கும். P′, P இன் தோற்றுரு (image) அல்லது வீழல் (projection) எனப்படும். இதே போலக் கோளத்தின் மேல் N ஐத் தவிர மற்ற எந்தப்புள்ளி Pக்கும், XOY தளத்தில் P[1] என்னும் தனிச்சிறப்புமிக்க வீழல் உள்ளது. P,N உடன் ஒன்றினால் NP என்னும் கோடு XOY தளத்துக்கு இணையான ஒரு தொடுகோடு ஆகும். இப்போது P இன் வீழல் கந்தழியில் (infinity) உள்ளது.

XOY என்னும் தளத்தைச் சிக்கலெண் தளமாகக் (complex plane) கொண்ட கந்தழிப் புள்ளியைச் சேர்த்தால், இது விரிவுபடுத்தப்பட்ட சிக்கலெண் தளம் (extended complex plane) ஆகும். P இன் தோற்றுரு P இத்தளத்தில் உள்ளமையால் P′ ஒரு சிக்கல் எண்ணைக் குறிக்கும். இத்தளத்தில் Q′ என்னும் ஏதேனுமொரு புள்ளியை எடுத்து அதை N உடன் சேர்த்தால் NQ′ கோளத்தை Q என்னும் தனிச்சிறப்புப் புள்ளியில் சந்திக்கிறது.

இவ்விதம் கோளத்திலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் தகுந்த சிறப்புமிக்க சிக்கலெண் ஒன்று உண்டு என்றும், எந்தச் சிக்கலெண்ணுக்கும் தகுந்த தனிச்சிறப்புமிக்க புள்ளி ஒன்றைக் கோளத்தில் அடையலாம் என்றும் தெரிகிறது. இந்த உண்மையை ரீமான் என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இந்தக் கோளத்துக்கு ரீமான் கோளம் (Rieman sphere) எனப் பெயர். மேற்கூறிய உருமாற்றம் (transformation) ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபு (one-one correspondence) எனப்படும்.

P என்னும் புள்ளியை (X,Y,Z) எனவும் P′ என்னும் புள்ளியை (x,y) எனவும் கொள்ளலாம். இப்போது P′ என்னும் புள்ளி z = x+y என்னும் சிக்கலெண்ணைக் குறிக்கும். படத்திலிருந்து, (x,y,z) என்னும் ஆயங்களுக்கும் (x.y) என்னும் ஆயங்களுக்குமுள்ள இணைப்புகளைக் கீழ்க்காணுமாறு அடையலாம்.

$$\frac{ON}{OL} = \frac{X}{x} = \frac{NM}{LP'} = \frac{Y}{y} = \frac{OM}{OP} = \frac{KP}{OP'} = \frac{NK}{NO} = \frac{1 - Z}{1} \text{ என}$$

உள்ளது.

இதிலிருந்து $x = \frac{x}{1 - z}; y = \frac{y}{1 - z};$

$z = x + iy = \frac{x + iy}{1 - z}$ எனக் கிடைக்கிறது.

இவ்விதம் (x,y,z) என்னும் புள்ளிக்குத் தகுந்த $\frac{x + iy}{1 - z}$ என்னும் சிக்கலெண் தோற்றம் உள்ளது. மேலும் $X = x(1 - z)$, $Y = y(1 - z)$ என்பதாலும், $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ என்பதாலும், $x^2 (1-z)^2 + y^2 (1-z)^2 = (1-z)^2$ என உள்ளது. இதிலிருந்து, $x^2 + y^2 = \frac{1 + z}{1 - z}$ என்றும்

$$Z = \frac{x^2 + y^2 - 1}{x^2 + y^2 + 1} = \frac{zz - 1}{zz + 1}$$ என்றும் கிடைக்கின்றன

மற்றும் $1 - z = \frac{2}{x^2 + y^2 + 1}$ என உள்ளது. இதனால் $x + iy$ க்குத் தகுந்தவாறு $x = \frac{2x}{x^2 + y^2 + 1}$

$y = \frac{2y}{x^2 + y^2 + 1}$, $z = \frac{x^2 + y^2 - 1}{x^2 + y^2 + 1}$ என்று உள்ள (X,Y,Z) என்னும் புள்ளி கோளத்தில் உள்ளது.

இவ்வாறு பெறப்பட்ட இணைப்புகளைக் கொண்டு, கோளத்தில் உள்ள வளைவுகளுக்குத் தகுந்த தோற்றுருக்களைத் தளத்திலும், தளத்திலுள்ள சில வளைவரைகளுக்குத் தகுந்த தோற்றுருக்களைக் கோளத்திலும் அடையலாம் என்பதற்கு,

1. தளத்தில் $x^2 + y^2 = k^2$ என்னும் வட்டத்தின் (கோளத்தில்) $z = \frac{k^2 - 1}{k^2 + 1}$ என்னும் வெட்டுத் தளத்தால் கிடைக்கும் வட்டமாகும்.

2. மேலும் தளத்தில் $lx + my + n = 0$ என்னும் கோட்டின் தோற்றுரு $\frac{lx}{1 - z} + \frac{my}{1 - z} + n = 0$ அல்லது $lx + my - nz = 0$ என்னும் வெட்டும் தளத்தால் கோளத்தில் கிடைக்கும் வட்டமாகும்.

- எல். இராசகோபலன்

திட்ட நேரம்

ஓரிடத்தின் நெட்டாங்கு, சராசரி சூரிய நேரம் மற்றும் மீள்வழி நேரம் ஆகியன தெரிந்தால், அதற்குரிய கிரீன்விச் சராசரி நேரம், கிரீன்விச் சராசரி மீள்வழி நேரம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடலாம்.

கிரீன்விச் சராசரி சூரிய நேரம் = அவ்விடத்தின் சராசரி / சூரிய நேரம் ± L மணி

இங்கு L என்பது அவ்விடத்தில் நெட்டாங்கு (longitude) ஆகும். இங்கு L கிழக்காயின் கழித்தல் குறியும், மேற்காயின் கூட்டல் குறியும் கணக்கில் கொள்ளப்படும்.

ஓரிடத்தின் நெட்டாங்குப்படி, அவ்விடத்தின் ஊர்ப் பொழுதைக் கணிப்பது அவ்வூருக்கு மட்டும் நடைமுறை யிலிருந்தால் சில குழப்பங்கள் ஏற்படும். எனவே ஒவ்வொரு நாடும் தமக்கென ஒரு திட்ட நெட்டாங்கைத் தேர்ந்தெடுத் துக்கொண்டு அத்திட்ட நெட்டாங்கிற்குரிய சராசரி நேரத்தை அந்நாட்டிலுள்ள அனைத்து இடங்களிலும் பின்பற்றும். இவ்வாறு பின்பற்றப்படும் நேரத்திற்குத் திட்டநேரம் (standard time) என்று பெயர்.

எடுத்துக்காட்டாக, கிழக்குச் சராசரி சூரிய நேரம் பகல் 12 மணி எனில், 10^0 கிழக்கு நெட்டாங்கிலுள்ள ஊர்ப் பொழுது பிற்பகல் 12.40; 11^0 கிழக்கு நெட்டாங்கிலுள்ள ஊர்பொழுது பிற்பகல் 12.44 எனக் கிடைக்கிறது. ஒரே நாட்டிலுள்ள வெவ்வேறு நெட்டாங்குகளிலுள்ள ஊர்களின் நேரம் ஊருக்கு ஊர் வேறுபடுகிறது.

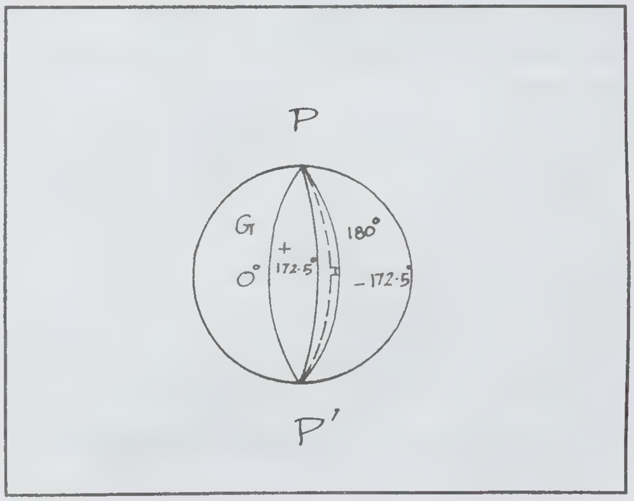
எனவே கிரீன்விச் நெட்டாங்கிற்கு மேற்கு 7.5^0 நெட்டாங்கு முதல் கிழக்கு 7.5^0 நெட்டாங்கு வரை ஒரு மண்டலமாகக் கொண்டு, அம்மண்டலம் முழுதும் கிழக்குச் சராசரி சூரிய நேரம் மண்டல நேரமாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இது சுழி மண்டலம் எனப்படும். இவ்வாறே 7.5^0 கிழக்கு முதல் 22.5^0 கிழக்கு வரையுள்ள மண்டலத்தில், கிழக்குச் சராசரி சூரிய நேரத்தைவிட ஒரு மணி கூடுதலான நேரம், அம்மண்டல நேரமாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இது மண்டலம் -1 எனப்படுகிறது. அடுத்தடுத்த 15 நெட்டாங்கு இடைவெளிகளிலுள்ள மண்டலங்கள் -2, -3, -4...... எனப்படுகின்றன. அங்குக் கிரீன்விச் நேரத்தைவிட 2,3,4....மணிகள் கூடுதலாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

இது போலவே கிரீன்விச் மேற்கில் 15^0 நெட்டாங்கு இடைவெளிகள் 1,2,3,4.... என மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு, அங்குச் சராசரி சூரிய நேரத்தைவிட 1,2,3,4..... மணிகள் குறைவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இம்முறைப்படி வழக்கிலுள்ள நேரம், மண்டல நேரம் எனப்படும். ஒரு மண்டலத்தில் வழக்கிலுள்ள நேரம் அம்மண்டலத்தின் மைய நெட்டாங்கிற்குரிய நேரமாகும். ஒரு மண்டலத்திலிருந்து அதற்கடுத்த கிழக்கிலுள்ள மண்டலத்திற்குச் செல்லும் போது ஒரு மணி நேரம் மிகுதியாகும். ஆனால், சில நாடுகளின் நன்மை குறித்து ஒரு நாட்டின் பெரும்பகுதி ஒரு மண்டலத்திலும், சிறு பகுதி மற்றொரு மண்டலத்திலும் இருக்குமாயின், பெரும்பகுதி மண்டலத்திற்குரிய மண்டல நேரமே நாடு முழுவதற்கும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும். சில பெரிய நாடுகளின் நெட்டாங்கு அகலம் பெரியதாக இருக்கும்.

இந்தியா ஏறத்தாழ 68^0 கிழக்கிற்கும் 96^0 கிழக்கிற்கும் இடையிலுள்ளது. பெரும்பான்மைப் பகுதி 67.5^0 கிழக்கு முதல் 82.5^0 கிழக்கு இடையிலும், மற்றப்பகுதி 82.5^0 கிழக்கிற்கும் 96^0 கிழக்கிற்கும் இடையிலும் உள்ளன. இந்தியாவின் திட்டநேரம் -IST (Indian Standard Time) 82.5^0 கிழக்கிற்குரிய மண்டல நேரமாகும். இது கிரீன்விச் நேரத்திற்கு மணி $\frac{82.5^0}{15}$ (= 5மணி 30 நிமிடம்) கூடுதலான நேரமாகும்.

172.5^0 மேற்கு முதல் 172.5^0 கிழக்கு வரையுள்ள மண்டலத்தின் மையப் பெருவட்டம் PIP' என்பது PGP' என்னும் கிரீன்விச் நெட்டாங்கின் மறுபாதி அரைவட்டமாகும். Gஇலிருந்து கிழக்கே சென்றால் அதன் நெட்டாங்கு 180^0 கிழக்கு ஆகும். G இலிருந்து மேற்கே சென்றால் அதன் நெட்டாங்கு 180^0 மேற்கு ஆகும். இவ்விரு நெட்டாங்கு அளவுகளும் PIP என்னும் ஒரே நெட்டாங்கைக் குறிக்கின்றன. இந்த நெட்டாங்கிற்கு உலக நாள் வரை (International date time) என்று பெயர்.

இந்த உலக நாள் வரை, நடைமுறையில் சரியாக 180^0 வழியாகச் செல்லாமல் சிறிது விலகிப் பசிபிக் பெருங்கடலில் ஏறத்தாழ எந்த நிலப்பகுதியையும் வெட்டாமல் செல்கிறது. கிரீன்விச்சிலிருந்து புறப்படும் கிழக்கு நோக்கி



இக்கோட்டினை அடையும்போது அங்கு ஊர்ப்பொழுது கிரீன்விச் நேரத்தை விட ஏறத்தாழ 12 மணி மிகுதியாக இருக்கும், (172.5^0 கிழக்கு முதல் 180^0 கிழக்கு வரை) மேற்கு நோக்கி இக்கோட்டினை அடையும்போது (172.5^0 மேற்கு முதல் 180^0 மேற்கு வரை) கிரீன்விச் நேரத்தைவிட 12 மணி குறைவாக இருக்கும்.

கிரீன்விச்சில் நள்ளிரவு எனில், 172.5^0 கிழக்கு முதல் 180^0 கிழக்கு வரையுள்ள பகுதியில் அடுத்த நாள் நண்பகலாயிருக்கும்; அப்போது 172.5^0 மேற்கு முதல் 180^0 மேற்கு வரை உள்ள பகுதியில் முன் நாள் நண்பகலாயிருக்கும். உலகத்தைச் சுற்றிவரும் ஒருவர் மார்ச் முதல் நாள் கிரீன்விச்சை விட்டுப் புறப்பட்டு, கிழக்கு நோக்கிப் பயணம் செய்து உலக நாள் வரையை மார்ச் 14 ஆம் தேதி நண்பகலில் கடந்தால், அவர் இருக்கும் இடத்தின் ஊர்ப்பொழுது 13 ஆம் நாள் நண்பகல் ஆகும். அப்போது கிரீன்விச்சில் 13 ஆம் நாள் நள்ளிரவு முடிந்து 14 நாள் ஆம் தொடங்கும் நேரமாகும். மேற்கு நோக்கிப் பயணம் செய்து உலக நாள் வரையை மார்ச் 14 ஆம் நாள் நண்பகலில் கடந்தால் அவர் இருக்குமிடத்தில் ஊர்ப்பொழுது 15 ஆம் நாள் நண்பகல் நேரமாகும். அப்போது கிரீன்விச்சில் 14 ஆம் நாள் நள்ளிரவு முடிந்து 14 ஆம் நாள் தொடங்கும் நேரமாகும்.

எனவே, கிழக்கு நோக்கிப் பயணம் செய்து உலக நாள் வரையைக் கடக்கும்போது ஒரு நாள் குறைகிறது. மேற்கு நோக்கிப் பயணம் செய்து உலக நாள் வரையைக் கடக்கும் போது ஒரு நாள் மிகுதியாகிறது. 180^0 நெட்டாங்கு, நாள் மாறுவரை எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது.

- பெ. துரைசாமி

திட்ட மதிப்பீட்டு ஆராய்ச்சி

திட்டத்தின் குறிக்கோள்கள், பயன்கள் மற்றும் செயல்பாடுகளுக்கேற்ப, பல்வேறு வகையாகத் திட்ட மதிப்பீட்டு ஆராய்ச்சி (evaluation research) பொருள் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. லியனார்ட் ரட்மன் என்பார் திட்ட மதிப்பீட்டு ஆராய்ச்சி என்பது தீர்வுகள் காணும் பொருட்டு (purpose of decision making) ஏற்படுத்தப்படும் திட்டங்களின் செயல்பாட்டையும் அதன் விளைவுகள் மற்றும் பயன்களையும் பற்றி அளவிட உதவும் ஓர் அறிவியல் முறையாகும் என்று குறிப்பிடுகிறார்.

ஒரு திட்டம் (program) என்பது சில குறிப்பிட்ட குறிக்கோள்களை அல்லது நோக்கங்களை அடையும் பொருட்டுச் சான்றாகச் சமுதாயத் தேவைகள் (social needs) அல்லது சில அறிந்த சிக்கல்களுக்குத் (identified problems) தீர்வு காணும் பொருட்டு ஏற்படுத்தப்படும் செயல்முறை வடிவமாகும். ஒரு திட்டம் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட நோக்கங்களைக் கொண்டிருக்கலாம். கொள்கைகள் மற்றும் நோக்கங்களுக்கேற்பத் திட்டத்தின் செயல்படுத்துங்காலம் அறுதியிடப்படுகிறது. திட்டத்தின் தொடக்க காலம் முதல் திட்டம் முடியும் வரை எந்த நிலையிலும் தேவைக்கேற்ற நேரங்களில் திட்ட மதிப்பீட்டை மேற்கொள்ளலாம்.

திட்ட மதிப்பீடு, நடைமுறையில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட திட்டத்தின் செயல்பாடு, பண்பு (character), வெளிப்பாடு (outcome), பணியாளர் (personnel), மூலப்பொருள் (resource) ஆகியவற்றைப் பற்றி முறையாக விவரங்களைச் சேகரித்து அவ்விவரங்களைத் திட்டத்தின் உறுதியற்ற தன்மைகளைக் (uncertainities) குறைக்கவும் திட்டத்தின் பாதிப்புகளைச் சீர்படுத்தவும் பயன்படுத்தும் வழிமுறைகளைக் கொண்டுள்ளது.

திட்ட மதிப்பீட்டின் நோக்கம், அதன் பயன், முடிவுகள் மற்றும் அதன் நன்மைகளை அத்திட்டம் அடைந்துவிட்டதா எனப் பார்ப்பது மட்டுமில்லாமல் அந்தத் திட்டம் எந்த அளவு திறமையாகச் செயல்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது என்பதை மதிப்பீடு செய்வதையும் கொண்டுள்ளது.

திட்ட மதிப்பீடும் செயல்முறைத் திட்டமும். எந்தவொரு திட்டமும் செயல்முறைத் திட்டங்கள் வகுக்கப்பட்ட பின்னரே செயல்படுத்தப்பட வேண்டும். செயல்முறைத் திட்டங்கள் வருமாறு:

அடையப்பட்ட தேவைகளும் (achieved goals) அடையவேண்டிய இலக்குகளையும் (target needs) குறிப்பிடுதல், திட்டத்திற்குத் தேவையான அனைத்து வகையான கிடைக்கக்கூடிய மூலப் பொருள்களையும் பணியாளர்களையும் பற்றி முடிவெடுத்தல், அடையவேண்டிய தேவைகளைக் கிடைக்கக்கூடிய மூலப் பொருள்களுடன் ஒப்பிட்டுத் திட்டத்தின் பயன்களை அறுதியிடுதல், முன்னுரிமைத் தேவைகளை (priority needs) அடைவதற்கு நிருவாகச் செயல்முறைகளை வகுத்தல், திட்டமதிப்பீட்டு நடைமுறைகளை ஒவ்வொரு திட்டத்தின் காலக் கட்டங்களுக்கும் (stages of program) ஏற்படுத்துதல்.

திட்ட மதிப்பீடும் ஆராய்ச்சியும். ஆராய்ச்சி என்பது எந்த ஒரு நிருவாகத்திற்கும் தவிர்க்க முடியாத தேவையாகும். திட்ட மதிப்பீடு நிருவாகத்தில் தொடர்ந்து செய்யக்கூடிய நடவடிக்கைகளில் ஒன்றாகும். பரந்த நோக்கங்களைக்

கொண்ட திட்ட மதிப்பீடுகள் மேற்கொள்ளப்படும்போது ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை அடைவதற்குத் தேவையான குறியீடுகளை (indicators) மிகுந்த கவனத்துடன் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

திட்டத்தின் உள்ளீட்டு மதிப்பீடு. புதிய திட்டங்களை உருவாக்கும்போது எதிர்காலத்தில் திட்ட மதிப்பீடு செய்வதற்கான வழிமுறைகளையும், திட்ட நடைமுறைகளையும் வகுக்க வேண்டும். திட்ட மதிப்பீடு செய்வதற்கான பொருள்களும், பணியாளர்களும் திட்ட நடைமுறையில் சேர்க்கப்படவேண்டும். திட்டத்தின் ஒவ்வொரு நிலையிலும் மதிப்பீடு செய்வது இன்றியமையாதலால் கீழ்வருவனவற்றைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

திட்டத்தின் வளர்ச்சியை அளவிட எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட பண்புகளின் இப்போதைய நிலையையும், அளவினையும் (measures) கருத்தில் கொண்டு திட்டத்தின் அடிப்படைகளை அறுதியிட வேண்டும்.

அடைய வேண்டிய குறிக்கோள்களும் நோக்கங்களும் முறையாகத் தேவையான இடங்களில் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் தெரிவிக்கப்பட வேண்டும். இதனால் சாதனைகளின் அளவினை எளிதாக மதிப்பிடலாம்.

திட்டத்தின் தொழில்நுட்பக் கொள்கைகள் விளக்கமாகச் சொல்லப்பட்டிருக்க வேண்டும். நிலவரங்களும் அறிவியல் முன்னேற்றத்திற்கும் ஏற்ப அவ்வப்போது இக்கொள்கைகளை மறுமதிப்பீடு (revaluation) செய்யலாம்.

அடுத்தடுத்த செயல்பாடுகளின் திறன்களை மதிப்பிடுவதை வசதியாக்க (facilitate) அல்லது எளிதாக்கத் திட்ட நடைமுறைகள் பலவித நிருவாகக் குறியீடுகளை கொண்டிருக்க வேண்டும். நடைமுறைத்திட்டத்தில் திட்ட மதிப்பீடு செய்வதற்குத் தேவையான பொருள்கள் மற்றும் மனித ஆற்றல் போன்ற விவரங்கள் அடங்கியிருக்க வேண்டும். மேற்கூறப்பட்டவை யாவும் நடைமுறைத் திட்டத்தில் சேர்க்கப்பட்டிருந்தால் திட்ட மதிப்பீடுகளைத் தொடர்ச்சியாகச் செய்யலாம்.

முடிவு பெற்ற திட்டங்களின் மதிப்பீடு. முடிவு பெற்ற திட்டங்களின் மதிப்பீடு இக்காலத்திற்கு ஏற்ப அறிவியல் முன்னேற்றங்களைக் கருத்தில் கொண்டு செய்யப்பட வேண்டும். திட்டத்தின் திறப்பாடுகளையும், பயன்படுத்தப்பட்ட பொருள்கள், அடைந்த பயன்முடிவுகள், நிருவாக மற்றும் மேலாண்மைச் செயல்முறைகளையும் திட்ட மதிப்பீட்டின் போது செய்ய வேண்டும். நீண்ட காலத் திட்டங்களில் நடைபெற்ற வேலையின் தரத்தைப் பலவிதங்களில் மதிப்பீடு செய்தல் வேண்டும்.

திட்ட மதிப்பீட்டின் வழிமுறைகள். திட்ட மதிப்பீட்டின் வழிமுறைகள் புள்ளியியலின் மிக இன்றியமையாத தத்துவங்களைக் கொண்டுள்ளன. வாரன் என்பார் கீழ்காண்பவற்றை மதிப்பீட்டிற்கு அடிப்படையாகக் கூறுகிறார்.

அடைய வேண்டிய நோக்கங்களையும் குறியீடு களையும் கணித்தல், அளவீடுகள் மற்றும் குறியீடுகளின் பொருள் விளக்கங்களைத் தெளிவுபடுத்துதல், விவரம் சேகரித்தல், போதுமான அளவு சேகரிக்கப்பட்ட விவரங்களின் திறன், தரம், ஆகியன எந்த அளவு குறிகோளுக்குப் பொருத்தமாக உள்ளன போன்றவற்றை அனைவரும் அறியும் வண்ணம் வெளியிடுதல்.

திட்ட மதிப்பீட்டின் பயன்கள். திட்ட மதிப்பீடு, திட்ட மேலாளருக்குத் திட்டத்தின் திறனைப் பற்றி முடிவுகள் எடுப்பதற்கு மிகவும் பயன்படும். திட்டத்தின் பயன் முடிவுகளையும் நடவடிக்கைகளையும் மதிப்பிடுவதன் மூலம் எத்தகைய நோக்கங்களுக்காக அந்த திட்டம் தொடங்கப்பட்டதோ அவை நிறைவேறிவிட்டனவா என்பதையும் அவ்வாறில்லையெனில் எவ்வகையான நடவடிக்கைகள் மேற்கொண்டால் அந்த நோக்கங்கள் நிறைவேறும் என்பதையும் அறிய இயலும். திட்டத்தின் விளைவுகள் எவ்வாறிருப்பினும் திட்ட மதிப்பீடு செய்வதைத் திட்டத்தினை மேம்படுத்த கிடைக்கும் வாய்ப்பாகக் கருத வேண்டும்.

- கே.ஜீ.செல்வராஜ்

திட்ட மதிப்பீட்டுச் சீராய்வு நுட்பம்

ஒரு பணித்திட்டம் என்பது ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய செயல்களின் தொகுதியாகும். அச்செயல்களை ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் தான் செய்யமுடியும். அனைத்துச் செயல்களும் குறிப்பிட்ட வரிசையில் செய்து முடிக்கப்பட்டால் மட்டுமே பணித்திட்டம் முழுமைபெறும். பணித் திட்டத்திற்குரிய செயல்கள் அனைத்தும் காரணங்களுக்குட்பட்ட அளவில் வரிசையாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. வேறு சில செயல்கள் முடிவு பெற்றாலன்றிச் சில செயல்களைத் தொடங்க இயலாது. பணித் திட்டத்தில் ஒரு செயல் என்பது அதனை முடிப்பதற்குரிய காலமும் பிற வசதிகளும் தேவைப்படும் பணி என்பதைக் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும்.

பணித்திட்டங்கள் உற்பத்தி முறைகளிலிருந்து மாறுபட்டவை. உற்பத்தி முறைகள் மீண்டும் மீண்டும் செயல்படுத்தப்படுபவை. ஆனால் பணித்திட்டங்கள் பொதுவாக ஒரே முறையில் கையாளப்படும் செயல் முறையாகும். அதாவது சில செயல்கள் ஒரே வரிசையில்

மீண்டும் கையாளப்படும் வாய்ப்பு மிகக் குறைவு. எனவே பணித்திட்டத்தைப் பற்றிய பட்டறிவோ அதனைக் கட்டுப்பாடாக நடத்தி முடிக்கத் தேவையான தகவல்களோ இராமையால் திட்டமிடுபவர்களுக்கு இது மிகக் கடினமாக அமைகிறது.

ஒரு பணித்திட்டத்தை தயாரித்து அதனைச் செவ்வனே செய்து முடிக்கத் திட்டமிடல், கால அட்டவணை தயாரித்தல், கட்டுப்பாடு ஆகியவை தேவை. முற்காலத்தில் திட்டமிடல் கண்ட் குறிப்படம் (Gantt chart) மூலம் செய்யப்பட்டு வந்தது. அதில் ஒவ்வொரு செயலும் தொடங்கும் நேரமும முடியும் நேரமும் ஒரு கால அளவுகோலால் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கும் வெவ்வேறு செயல்களின் தன்மையை அத்தகைய குறிப் படத்தின் மூலம் விளக்க இயலாது. இது ஒரு முதன்மையான குறையாகும். ஏனெனில் பணித்திட்டத்தின் முன்னேற்றத்தைக் கண்காணிக்க அத்தகைய அறிவு தேவை. நாளுக்கு நாள் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் இன்றைய பெரிய பணித் திட்டங்களை மிகுந்த திறமையுடன் நிறைவேற்றும் பொருட்டு மென்மேலும பெரும் பயன் அளிக்ககூடிய திட்டமிடும் நுட்பங்கள தேவைப்படுகினறன. கிடைக்கக்கூடிய வசதிகளைக கொண்டு பொருளாதார சிக்கனத்துடன் திட்டங்களை முடிக்கத் தேவைபடும் கால அளவை முடிந்தளவு குறைக்க முயல்வது பெருமளவு எனப்படுகிறது.

பணித்திட்ட மேலாண்மையில் திட்டமிடவும், கால அட்டவணை தயாரிக்கவும் திட்டச் செயலாக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் இரு பகுத்தாய்வு நுட்பங்கள் உருவாகியுள்ளன. அவை திட்ட மறுசீராய்வு நுட்பம் (Project Evaluation Review Technique- PERT), முதன்மை வழிப்பாதை என்பன. இவ்விரு முறைகளும் தனிதனியே கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும் வியக்கத்தகு விதத்தில் ஒன்றையொன்று பெரிதும் சார்ந்தேயுள்ளன. இவ்விரு முறைகளுக்கு இடையே உள்ள முதன்மை வேறுபாடு, திட்டச் செயல்களுக்கான கால மதிப்பீடு முறையில் ஊக வாய்ப்பளவாகவும் (probabilistic), முதன்மை வழி முறையில் உறுதி செய்யப்பட்டதாகவும் கருதப்படுகிறது. இன்று இவ்விரு முறைகளும் ஒரே நுட்பமாகவே கருதப்படுகின்றன.

திட்டமிடல், பணித்திட்டத்தை வெவ்வேறு செயல்களாகப் பிரிப்பதிலிருந்து தொடங்குகிறது. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட செயல்கள் ஒவ்வொன்றிற்கும் தேவைப்படும் கால அளவு மதிப்பீடு செய்யப்படுகிறது. இவற்றைக் கொண்டு ஒவ்வொரு செயலுக்கும் ஓர் அம்புக்குறி மூலம் செயலிணைப்புப் படம் (network diagram) அமைக்கப்படுகிறது. இப்படம் பணித்திட்டச் செயல்களின் சார்புத் தன்மையைத் தெளிவாக எடுத்துக்காட்டுகிறது. இதனால் பணித்திட்டத்தைத் தொடங்கும் முன்னரே செயல்களை ஆய்ந்து திட்டத்தை மேன்மைப்படுத்த இயலும். மேலும் இப்படம் கால அட்டவணையைத் தயாரிக்கப் பெரிதும் உதவி புரிகிறது.

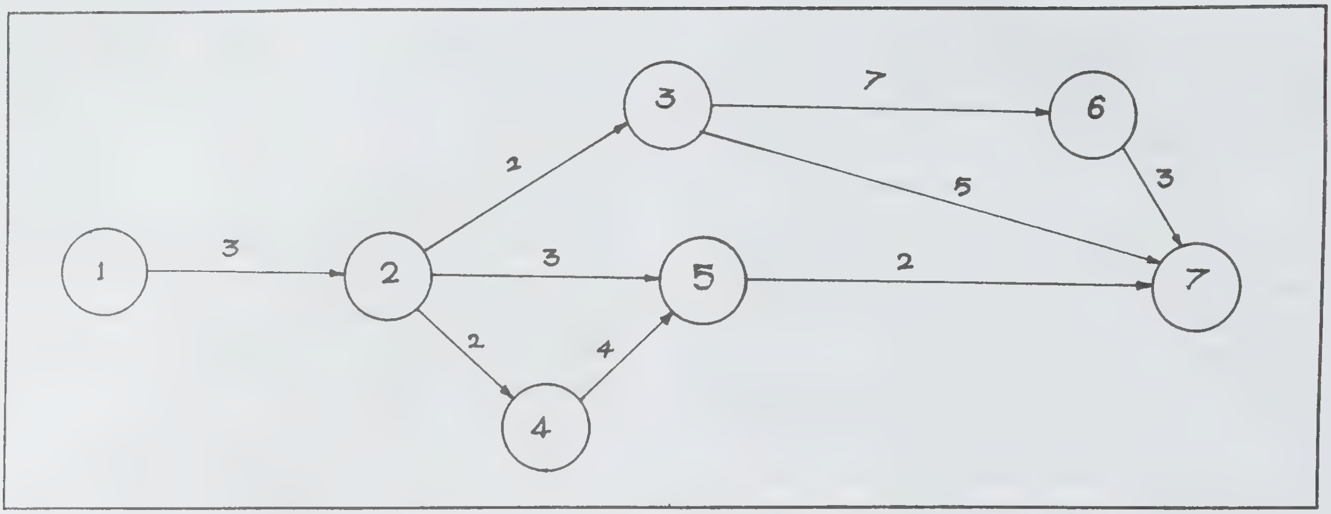
பணித் திட்டத்தின் ஒவ்வொரு செயலும் தொடங்கும் நேரத்தையும் முடிவுறும் நேரத்தையும் காட்டவும் அச்செயலுக்குப் பிற செயலோடு உள்ள தொடர்பை எடுத்துக்காட்டவும் ஒரு காலக் குறிப்படத்தை வரைதலே கால அட்டவணை தயாரிக்கும் பிரிவின் இறுதியான நோக்கமாகும். மேலும் சரியான நேரத்தில பணித் திட்டம் முடிய வேண்டுமெனில குறிப்பாகத் தனிக்கவனம் செலுத்த வேண்டிய முதன்மைச் செயல்களைக் கால அட்டவணை சுட்டிக்காட்டவேண்டும். முதன்மை அல்லாத செயல் களுக்குரிய தேங்கும் காலத்தையும் கால அட்டவணை தெரிவிக்க வேண்டும். அப்போதுதான் குறைந்த அளவு வசதிகளை முழுப் பயனளிக்கும் வகையில் ஏற்புடை யவையாகப் பயன்படுத்தி முடிவுகளை எடுககலாம்

பணித் திட்ட மேலாண்மையின் இறுதிக் கட்டம் திட்டக் கட்டுப்பாடு ஆகும். அதற்கு தேவையான முன்னேற்ற அறிக்கைகளைத் தயாரிக்க, செயலிணைப்புப் படமும் கால அட்டவணையும் பயன்படுகின்றன

ஒவ்வொரு முன்னேற்ற அறிக்கையையும் தயாரித்தவுடன் செயலிணைப்புப்படத்தைத் திட்ட முன்னேற்றத்துடன் ஒப்பிட்டு ஆய்ந்து தேவைப்படின் எஞ்சியுள்ள திட்டப் பணிகளுக்குப் புதிய கால அட்டவணை அமைக்கப்படும்

செயலிணைப்புப் படம். பணித்திட்டத்தின் செயல்களுக்கிடையே நிலவும் சார்புத்தன்மைகளையும் அவை செயல்படுத்தப்பட வேண்டிய வரிசை முறையையும் தெரிவிக்கும் செயல்களின் வரிசைத் தொடர்பை நிகழ்ச்சிகள (events) மூலம் குறிப்பிடலாம். நிகழ்ச்சி என்பது சில பணிகள் முடிவதையும் புதிய செயல்கள் தொடங்குவதையும் குறிக்கும். எனவே ஒரு செயலின் தொடக்கமும் முடிவும் இரு நிகழ்ச்சிகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. செயலிணைப்புப் படத்தில் செயல் ஓர் அம்புக்குறியாலும் நிகழ்ச்சி ஒரு சிறு வட்டத்தாலும் குறிக்கப்படுகின்றன. எ.டு படு செயல் (1-2) , உடநைவே1முடிந்த செயல்கள் (2-3) , (2-5) (2-4) என்பன தொடங்குவதை நிகழ்ச்சி 2 குறிக்கிறது. மேலும் நிகழ்ச்சி 5 செயல் (2-5) , (4-5) ஆகிய இரண்டுமே முடிவுற்றாலேயே நிகழமுடியும். அதாவது (5-7) என்னும் செயல் தொடக்கமாக முடியும். இவ்வாறாகப் பல்வேறு செயல்களின் சார்பு தன்மையை வரிசையாக இப்படம் விளக்குகிறது.

மேலும் செயல்களின் மேல் குறிப்பிட்டுள்ள எண் அச்செயலைச் செய்து முடிக்கத் தேவையான கால அளவைக் குறிக்கும். இப்படத்தின் மூலம் செயல்கள் (2-3), (2-5), (2-4) போன்ற செயல்களை ஒரே சமயத்தில் தொடங்கிச் செயல்படுத்தலாம் எனவும் கட்டடம் கட்டும் பணித்திட்டத்தில்



செயலிணைப்புப் படம்

சுவர்கள் கட்டிய பின்னரே மேல்தளம் அமைப்பது போன்ற செயல்களை அதற்கு முந்தைய செயல் முடிவுற்ற பின்னரே தொடங்க இயலும் எனவும் அறியலாம். ஆனால் சுவர்கள் எழுப்பும்போதே மேல்தளம் அமைக்கத் தேவையான பொருள்களை வாங்கும் செயலைச் செய்யலாம்.

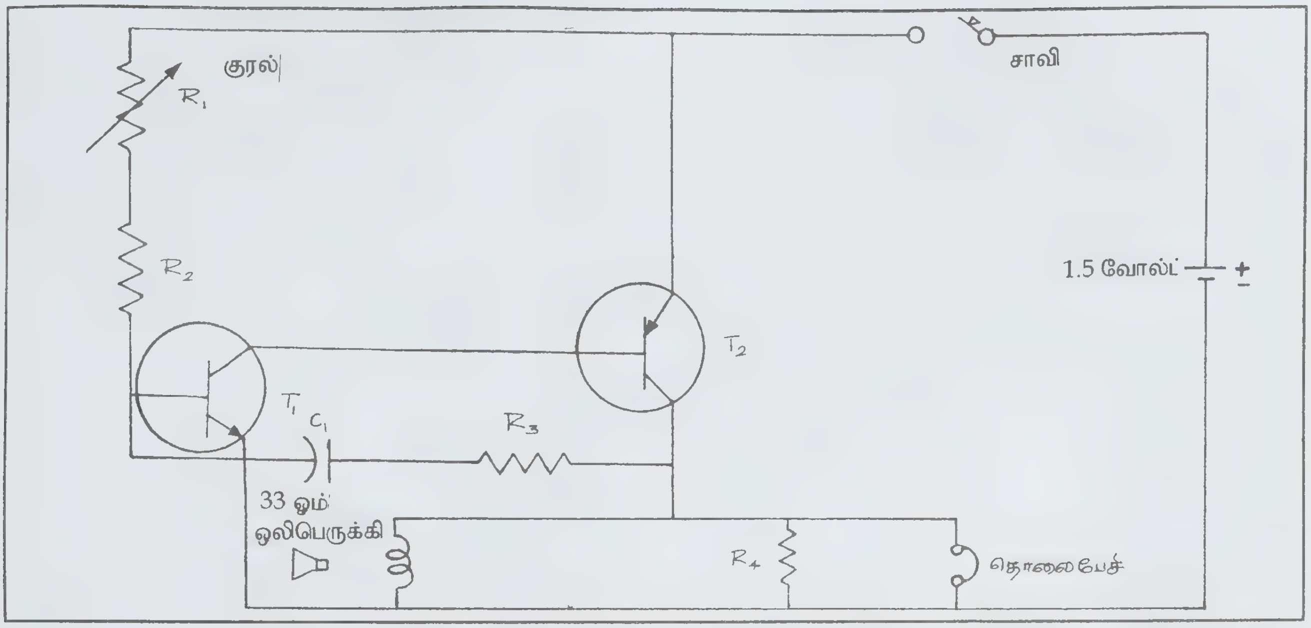
முதன்மை வழிப்பாதை. ஒரு செயல் இணைப்புப் படத்தின் தொடக்கம் மற்றும் இறுதி நிகழ்ச்சிகளை இணைக்கும் முதன்மைச் செயல்களின் சங்கிலித் தொடர் முதன்மை வழிப்பாதை எனப்படும். இதையே முதன்மைச்செயல்களை அடையாளம் காட்டுவது முதன்மை வழி எனலாம். படம்1 இல் முதல் நிகழ்ச்சியிலிருந்து இறுதியான 7ஆம் நிகழ்ச்சியை அடைய (1-2-3-6-7), (1-2-3-7), (1-2-5-7), (1-2-4-5-7) ஆகிய வழிகள் உள்ளன. இவற்றின் மொத்தக் கால அளவுகள் முறையே 15, 10, 8, 11, நாள்கள் ஆகும். ஆக இப்பணித்திட்டத்தை முடிக்கக் கூடுதலாக 15 நாள் தேவைப்படும். இந்த 15 நாள் தேவைப்படும் வழி (1-2-3-6-7) முதன்மை வழி எனவும், அவ்வழியில் உள்ள செயல்கள் (1-2), (2-3), (3-6), (6-7) முதன்மைச் செயல்கள் எனவும் வழங்கப்படும். ஏனெனில், இச்செயல்களை நிறைவேற்று வதில் ஏதேனும் தாமதம் ஏற்படின் அது பணித்திட்டம் முடிவுறும் கால அளவை உயர்த்தும். இச்செயல்களில் முழுக்கவனம் செலுத்திக் குறிப்பிட்ட காலத்தில் முடிக்க முயல வேண்டும்.

பணித்திட்டத்தை 15 நாளுக்கும் குறைவான காலத்தில் முடிக்க இயலுமாயின் பல நன்மைகள் ஏற்படலாம். அத்தகைய நிலையில், மொத்த திட்டச்செலவிற்குள் இதனை நிறைவேற்ற இயலுமா என ஆயலாம். எ.டு: முதன்மைச் செயல்களை நிறைவேற்ற 10 அலுவலர் உள்ளனர் என்றும் (1-2-5-7) என்னும் வழிச்செயல்களை முடிக்க 5 பணியாளர் ஈடுபட்டுள்ளனர் என்றும் கொள்ளலாம். பின்னர்க் குறிப்பிட்ட செயல்களை 8 நாளில் முடித்தாலும் 15 நாள் வரை தாமதப்படுத்தினாலும் முடிவு ஒன்றே. முதன்மைச் செயல்களும் முடிவுற்றால்தான் திட்டம் முடிவுறும். எனவே இந்த ஐவரில் இருவரை முதன்மைச் செயல்களில் ஈடுபடுத்தினால் 15 நாளுக்குப் பதிலாக 12 நாளிலேயே அவை முடிவுறும். எஞ்சியுள்ள மூவரும் 8 நாளில் முடிக்க வேண்டிய செயல்களை 12 நாளில் முடித்தாலே போதும். இவ்வகையில் முன்னரே உள்ள வசதிகளைச் சற்று மாற்றிப் பயன்படுத்துவதால் மொத்த திட்டக் காலத்தில் மூன்று நாள் குறைக்கப்படும். இந்தச் சான்றின் மூலம் திட்ட மதிப்பிட்டுச் சீராய்வு நுட்பத்தின் பயன் தெளிவுற அறியப்படும்.

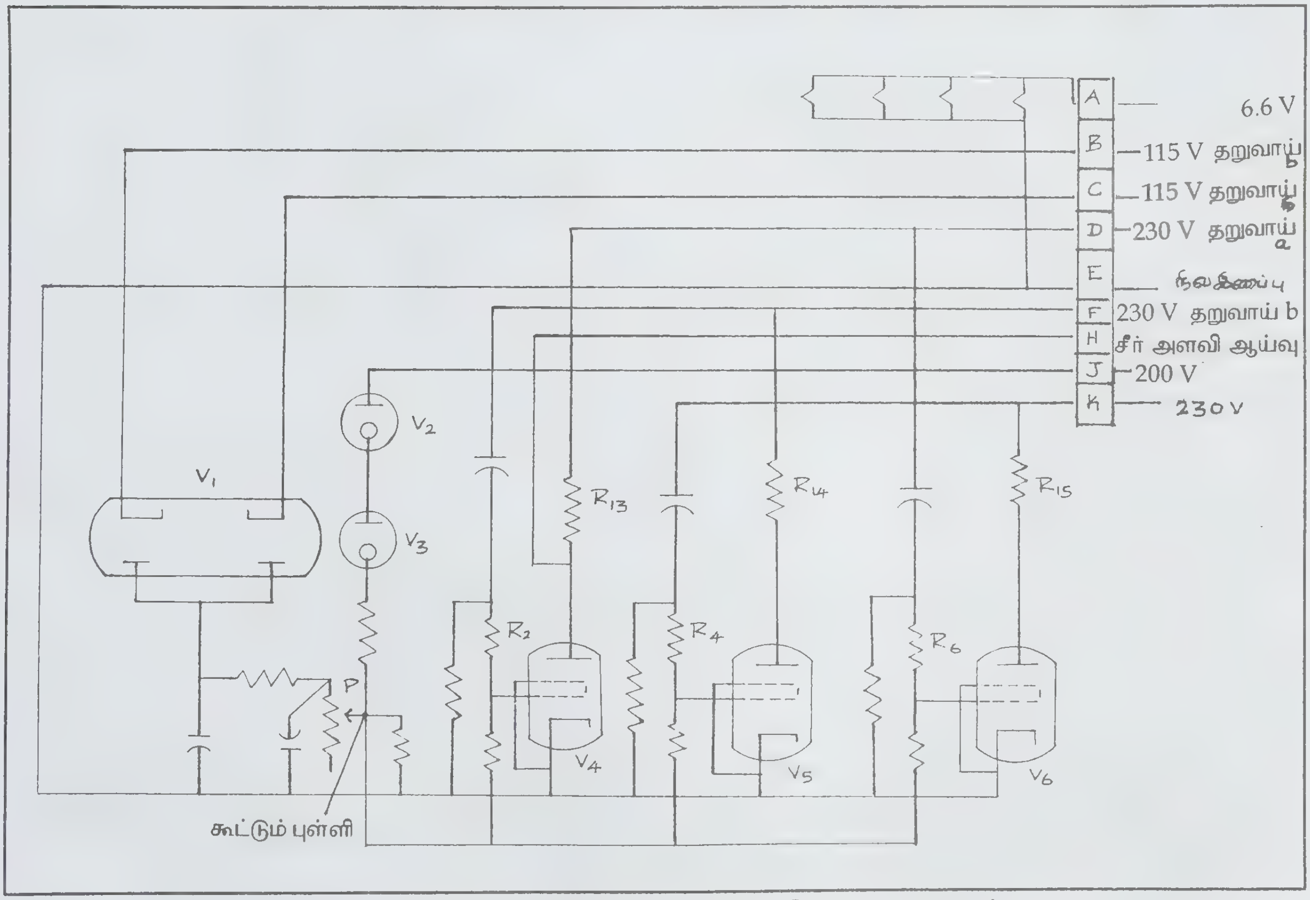
- அ. இளங்கோ

திட்ட வரைபடம்

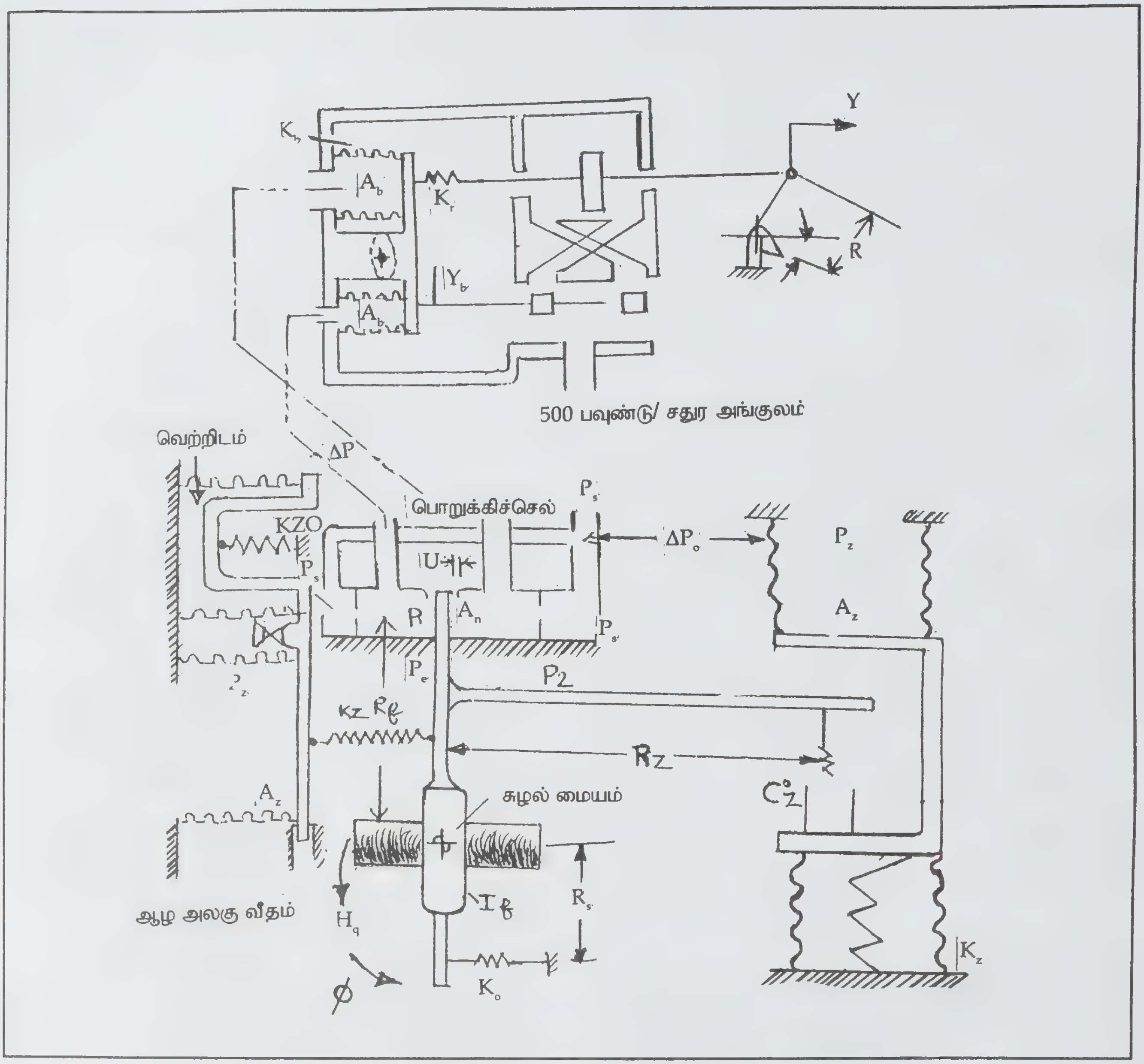
ஒரு கருவி அல்லது அமைப்பின் பகுதிகளுக்கிடையே உள்ள செயலுறவைப் பிறருக்கு அறிவிக்கப் பொறியாளர் கையாளும் சுருக்கமான வரைபடக் குறியீடு, திட்ட வரைபடம் (schematic drawing) ஆகும். இந்தக் குறியீடுகள் பொருள்களின் இயல் தோற்றம், பண்பு குறித்த முழுவிவரங்களைத் தருவதில்லை. ஆனால் ஒரு கருவியின் செயலை நிறைவேற்றுவதில் இதன் பகுதிகள் இன்றியமையாதவையாக இருக்கின்றன. திட்ட வரைபடங்கள் கட்டப் படத்திலிருந்து வேறுபட்டவையாகும். திட்ட வரைபடங்கள் ஒரு கட்டப்படத்தை விட அதன் இறுதி நியமங்கள் காட்டும் இயற்பியல் செயல்பாடுகளைத் தெளிவாக விளக்குகின்றன. கட்டப்படம் உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மாறிகளுக்கிடையே உள்ள கணித உறவைக் காட்டுகிறது. ஆனால் திட்ட வரைபடம் அந்த அமைப்பின் கணிதத் தேவைகளை நிறைவேற்றக் கையாளப்படும்



படம் 1. நியமக் குறியீடுகள் கொண்ட திரிதடையக் குறிப்பு அலையாக்கி



படம் 2. மின்னழுத்தச் சீராக்கியின் திட்ட வரைபடம்



படம் 3. கடல் கண்ணியின் ஆழத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் இயங்கமைப்பின் எந்திரவியல் திட்ட வரைபடம்.

b - வேறுபாட்டு அழுத்தப் பைகள், e - சுற்றுப்புறம், F - இடைச்செருகு (flapper), c - ஆழ வேக இணைப்பு, n - சிறு துளைக்காம்பு, o - நில இணைப்பி அல்லது குறிப்பி, S - அழுத்திப் பின்னூட்டு, s - மின் மூலம் z - ஆழ அலகு - ஆழ அலகு வீதம் - உயர்த்தி, r - முன்புறக் கூம்புறுப்பின் பின்னூட்டு (ram feedback).

இயற்பியல் கோட்பாடுகளையும் தொழில் நுட்பங்களையும் வலியுறுத்தும். திட்ட வரைபடம் மூலம் மின்னியல், நீரியல், எந்திர அல்லது காற்றியல் தொழில்நுட்பங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளமையைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். மின்கல அடுக்கு, மின்தடை, அடைப்பிதழ், பற்சக்கரம் , வெற்றிடக்குழாய், மின்னோடி இவற்றைக் குறிக்கப் பொருத்தமான குறியீடுகள் உள்ளன.

மின்னியல் திட்டவரைபடம். இது கருவி அல்லது அமைப்பிற்கிடையே உள்ள செயலுறவைக் குறிப்பதாகும். மின்னியல் பொருள்களைக் (electrical elements) குறிக்கும் எளிய குறியீடுகள் சிறப்புறத் திட்டமாக்கப்பட்டு அனைத்துலக வழக்கில் ஏற்பட்டுள்ளன (படம் 1, 2). இக்குறியீடுகளின் எளிய தன்மையால் ஒரு கூட்டு அமைப்பில் பல மின்பொருள் களுக்கிடையே உள்ள உறவை ஒரு சிறிய பரப்பில் குறிப்பிடலாம்.பட்டறிவுமிக்க ஒருவர் மின்னியல் திட்ட வரைபடத்திலுள்ள பல்வேறு செயல்பாதைகளை எளிதாகப் புரிந்து கொள்ளமுடியும்.

இடவசதி, எளிதில் புரிந்து கொள்ளுதல் இவை இரண்டும் குறியீட்டின் தன்மையைப் பொறுத்து அமையும். பொருள்களின் செயலுறவைத் தெளிவுற விளக்கத் திட்டமிடப்பட்ட வரைபடக்குறியீடுகளின் அமைப்பு, அவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பு ஆகியவற்றைப் பற்றி ஒப்புக கொள்ளப்பட்ட விதிகள் உள்ளமையால் குறியீட்டு பாதையை மின்திட்ட வரைபடம் மூலம் அறிந்து கொள்ளும் நிலை உண்டாகியுள்ளது.

எந்திரவியல் திட்ட வரைபடம். இதுவும் ஒரு செயல் திட்ட வரைபடமாகும். எந்திரவியல் அமைப்பில் பொருள்களின் வரைபட விளக்கங்கள் கூட்டாக உள்ளன. இவை மின்னியல் அமைப்பைவிட ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய தொடர்புடை யனவாகும். எனவே எந்திரவியல் திட்ட வரைபடங்கள் மின்னியல் திட்ட வரைபடத்தைப் போல் திட்டமாக்கப்படவோ எளிதாக்கப்படவோ இல்லை.

எனினும் எந்திரவியல் திட்ட வரைபடம், எந்திரப்பகுதி, முடுக்கம், வேகம், நிலை, விசை, உணர்தல், பாகுநிலை ஒடுக்கிகள் (viscous dampers) போன்றவற்றை விளக்குகிறது. இடவசதியை ஏற்படுத்தும் வகையிலும், ஓர் அமைப்பின் பகுதிகளுக்கிடையே உள்ள செயலுறவை எளிதில் புரிந்து கொள்ளும் முறையிலும் குறியீடுகள் மிக எளியவையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

- டி. சரோஜா

திடீர் மாற்ற வகை

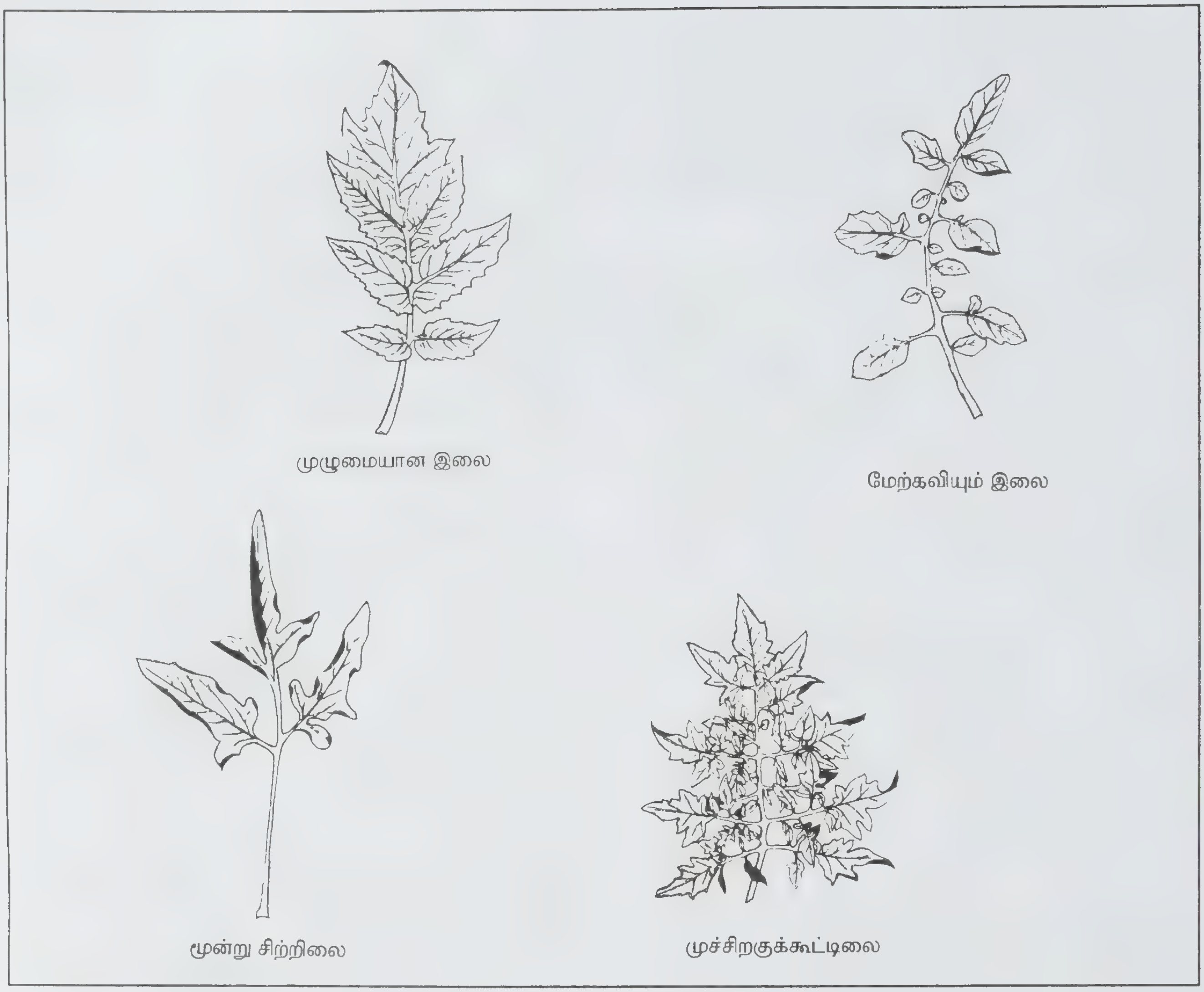
பண்பகத்தில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றங்கள் (mutations) சந்ததிகளில் வேற்றுமைப் பண்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை தலைமுறைதோறும் எடுத்துச் செல்லப்படும் நிலையான பண்புகளாக அமைகின்றன. இம்மாற்றத்தால் ஏற்படும் உயிரினங்களைத் திடீர் மாற்றவகை எனலாம். திடீர் மாற்ற வகைகள் இயற்கையாகவோ தூண்டப்பட்டோ தோன்றலாம். 18ஆம் நூற்றாண்டில் இயல்பான கால்களுள்ள ஆட்டுக் கூட்டத்தில் திடீர் மாற்றத்தால் குட்டையான கால்களுடைய ஓர் ஆடு தோன்றியமை குட்டைக் காலுள்ள திடீர் மாற்றவகை தோன்ற காரணமாயிற்று. இவ்வாறு இயற்கையில் தோன்றும் திடீர் மாற்றவகை, பயிர்களிலும் விலங்குகளிலும் அவற்றின் தரத்தை மேம்படுத்தப் பயன்படுகிறது.

பல சமயங்களில் திடீர் மாற்றவகை வெளிப்படாமல் இருக்கலாம். இதற்கு மாறிய பண்பு ஒடுக்கப்பண்பாக இருப்பதும், பண்புமாற்றம் மிகச்சிறிய அளவில் அமைவதும் காரணமாகின்றன. சில திடீர் மாற்றவகையின் வெளித்தோற்றத்தில் மாறுதலிராமலிருக்கப் பண்புகளில் மாற்றம் காணப்படலாம். மக்கள் தொகையில் ஏறத்தாழ 70% மக்களுக்குப் ஃபீனைல்தயோ கார்பமைட் என்னும் வேதிப்பொருள் மிகக்கசப்பாக இருக்க, 30% மக்களுக்கு அதன் கசப்புச் சுவையே தெரிவதில்லை.

பயிர் வகைகளில் கோனா மணி நெல் வகையிலிருந்து இயற்கையாகவே ஜி.இ.பி-24 என்னும் திடீர் மாற்றவகை தோன்றிற்று. நிலக்கடலையில் டி.எம்.வி-10 என்னும் வகை அர்ஜன்டைனா நாட்டின் ஒரு வகையிலிருந்தும், சோளத்தில் தலைவிரிச்சான் வகை கோ-2 வகையிலிருந்தும் இயற்கைத் திடீர் மாற்ற வகைகள் தோன்றின.

இண்டிகா-2 வகைச் சீன நெல்லில், குட்டைத் தன்மையுள்ள திடீர் மாற்றவகை இயற்கையில் தோன்றிற்று. என்.ஜே.முல்லர் 1927இல் எக்ஸ் கதிர்கள் மூலம் திடீர் மாற்றம் உண்டாக்க முடியும் என்று கண்டார்.

இதற்குப் பிறகு கதிர்வீச்சு வேதி முறைகளால் பயனுள்ள திடீர் மாற்ற வகைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. கதிரியக்க அணுக்களான பாஸ்ஃபரஸ்-32, கந்தகம்-35 முதலியவற்றை நீருடன் கலந்து செடிகளுக்குப் பாசனம் செய்தால் அவை ஆக்கத் திசுக்களுக்குச் சென்று திடீர் மாற்றம் உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் இம்முறை, செடி வளர்ப்பு முறைகளில் முதலிடம் பெறவில்லை. மாறாக் கதிர்கள் மூலம் திடீர் மாற்ற வகைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.



திடீர் மாற்றங்க்ள் (Mutations)

உருளைக்கிழங்கு இலையில் தோன்றும் பல்வேறு வடிவத் திடீர் மாற்றங்கள்

தில்லியிலுள்ள இந்திய வேளாண்மை ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தில் காமாத் தோட்டம் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதில் கதிரியக்கக் கோபால்ட்-60 மூலம் பயிர்கள் கதிர் இயக்கத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன.

ஜப்பானிகா வகைகளிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட டெய்னான்-3, டெய்சுங்-65 முதலிய நெல் வகைகள் உயர் விளைச்சலைக் கொடுத்தாலும், மாவுப் பொருள் குறைவாக உள்ளமையால், அரிசி, ஒட்டும் தன்மையுடன் உள்ளது. இப்போது காமாக் கதிர்கள் உதவியால் பெறப்பட்ட வகை உயர் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கிறது.

இண்டிகா வகைகளில் தோன்றிய குட்டைப் பண்புள்ள திடீர் மாற்ற வகைகள் நெல் வளர்ப்பில் பெரும் பங்கு பெறுகின்றன. ஐ.ஆர்-8 நெல் இவ்வாறு பெறப்பட்ட வகையாகும். ஆமணக்கில் அருணா என்னும் உயர் விளைச்சல் கொடுக்கும் வகை, திடீர் மாற்ற வகைகள் மூலம் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

நுண்ணுயிரிகளில் தோன்றிய திடீர் மாற்ற வகைகள் மனித வளர்ச்சியில் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. நுண்ணுயிரித் தொடர்புடைய தொழில்கள், திடீர் மாற்ற வகைகளின் தோற்றத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. நுண்ணுயிரிகள் இயற்கையில் உண்டாகும் திடீர் மாற்ற வகைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும், இவ்வகைகளைச் செயற்கை முறையில் தோற்றுவிப்பதிலும் ஈடுபட்டிருக் கின்றன.

1929ஆம் ஆண்டு ஃபிளமிங் என்னும் அறிஞர் பெனிசிலியம் என்னும் காளான் உண்டாக்கும் பெனிசிலின் என்ற நுண்ணுயிரிக் கொல்லி, பல மனித நோய்களைக் குணப்படுத்தவும் பயன்படும் என்று கண்டார். ஆனால் இந்த எதிர் உயிரிப்பொருள் (antibody) சிறு அளவிலேயே உண்டாகிறது. பின்னர் பல திடீர் மாற்றங்களால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட திடீர் மாற்ற வகை, பெனிசிலினை மிகுதியாக உற்பத்தி செய்தது. நுண்ணுயிரிகள் பலவகைப் பட்ட வேதிப்பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவற்றில் பல மனித சமுதாயத்திற்குப் பயன்படுபவை. இத்தகைய நுண்ணுயிரிகளைத் தேடிக் காண்பதுடன் அவற்றில் நல்ல திடீர் மாற்ற வகைகளைத் தோற்றுவித்துப் பல தொழிற்சாலைகளை அமைக்கலாம். பல நுண்ணுயிரிகளில் திடீர் மாற்ற வகைகள் நன்மை பயப்பனவாக இருக்க, நோயுண்டாக்கும் வகைகளில் அவை பல சிக்கல்களை உண்டாக்குகின்றன. ஒரு நோய்க்கு மருந்து கண்டுபிடித் தால், சிறிது காலத்தில் அந்நோய் நுண்ணுயிரிகளில் திடீர் மாற்ற வகை இயற்கையில் தோன்றி இம்மருந்தைப் பயனற்றதாக்குகிறது. மேலும் சில நோய் நுண்ணுயிரிகளில் புதிதாகத் தோன்றும் திடீர் மாற்ற வகைகள் மிக வீரியமுள்ளவையாகவும், கொடிய நோய் உண்டாக்கு பவையாகவும் காணப்படாலாம். மனிதனில் தடுப்பாற்றலை அழிக்கும் எய்ட்ஸ் நோய் நுண்ணுயிரிகள் இம்முறையில் தோன்றிய திடீர் மாற்ற வகையே எனலாம்.

- எம்.எஸ். கிருஷ்ணமூர்த்தி

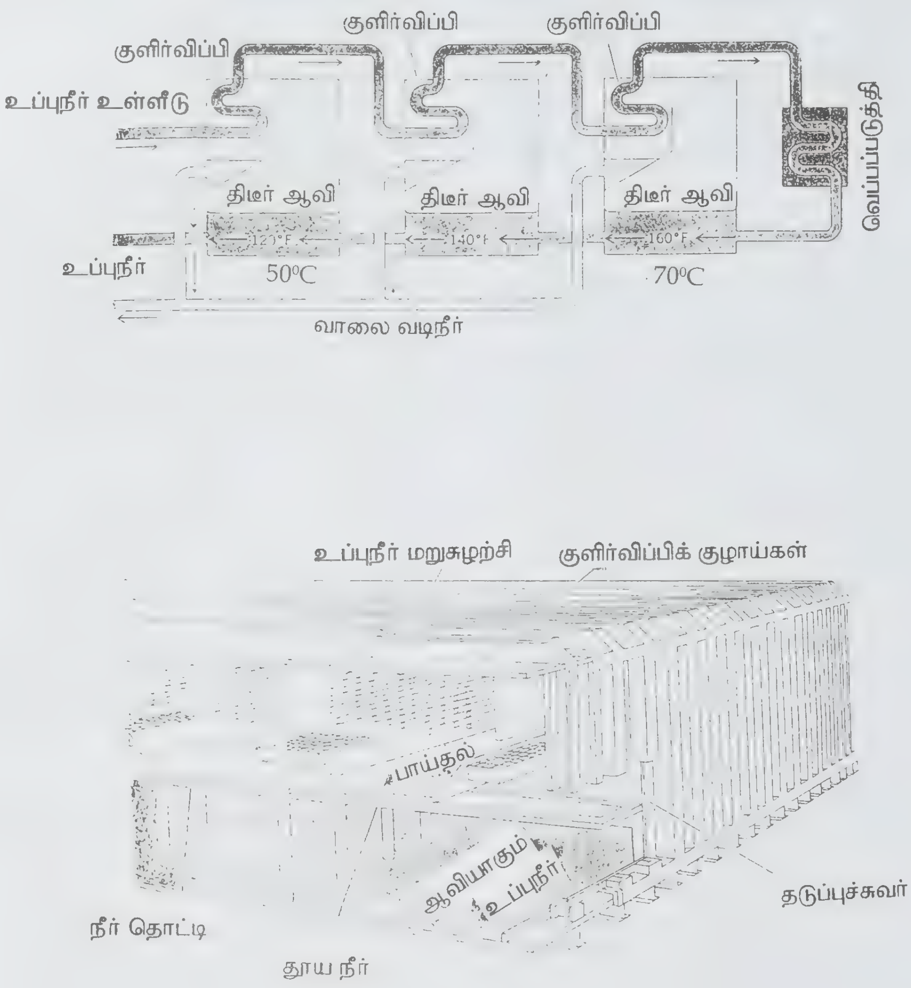
துணைநூல். Norman S.Cohn, *Elements of Cytology*, Freeman book Company, New Delhi, 1979.

திடீர் வாலை வடித்தல்

நீரில் அமிழ்ந்த நிலையில் உள்ள குழாய் வகை ஆவியாக்கல் அமைப்பில் குழாய்மீது உப்புப் படலம் தோன்றுவதைத் தடுக்கும் நோக்கத்துடன் திடீர் வாலை வடித்தல் முறை (flash distillation) தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இம்முறையில் நீரை நிலைமை மாற்றமின்றிச் சுமார் 80^0 C வரை படிப்படியாகச் சூடுபடுத்துவர். உப்பு நீரின் pH மாற்றத்தைத் தடுக்கும் நோக்கத்துடன் அமிலம் சேர்க்கப்படுகிறது. இதனால் 120^0 C வரை வெப்பநிலையை எட்டுதல் கூடும். நீரின் ஒரு பகுதி அடுக்கடுக்கான அறைகளில் விரைவாக ஆவியாக்கப்படுகிறது. ஒவ்வோர் அறையும் அதன் முந்தைய அறையைவிடக் குறைந்த அழுத்தத்தில் இயக்கப்படுகிறது. குளிர்விக்கும் உப்பு நீரைச் சுமந்து செல்லும் குழாய்களின்மீது திடீரென உருவாக்கப்பட்ட ஆவி பாய்ச்சப்படுகிறது. இந்த ஆவி குளிர்ந்து தூய நீராகிறது (படம் 1). கடல் நீரில் உப்பகற்றம் நிகழ்த்துவதற்கு மற்றைய முறைகளைவிட இம்முறை சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. குறிப்பாக, ஒரு நாளைக்கு சுமார் 50 கிலோ லிட்டர்கள் என்ற அளவில் நீர் பதப்படுத்தப்பட வேண்டியிருப்பின், திடீர் வாலை வடித்தல் முறை பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

விரிவான வரிமுறை. கடல் நீர் (கொதிகலச் செதில் தடுப்பு) வேதிப்பொருள்களுடன் கலக்கப்பட்டு, காற்றகற்றத்திற்குட் படுத்தப்பட்டு, பின்பு மறு சுழற்சியாகும் உப்பு நீருடன் கலக்கப்படுகிறது. உப்பு நீர் கிடைமட்டக் குழாய்களினுள் இறைக்கப்படுகிறது. செங்குத்துத் தடுப்புகள் (vertical baffles) இக்குழாய்களை வெவ்வேறு நிலைகளாகப் பிரிக்கின்றன. ஒரு கட்டத்திலிருந்து (அடுத்த) கட்டத்திற்கு மாறும்போது வெப்பநிலை உயர்கிறது. ஒவ்வொரு கட்டத்தையும் அடைந்தவுடன் உப்பு நீர் வெப்பநிலை உயர்வைப் பெறுகிறது. உயர் அழுத்தத்தில் இருப்பதால் நீர் கொதிப்பதில்லை. ஆவியாக்க அமைப்பில் ஒரு சுற்று வந்த பின்பு கடல் நீர் பெரும வெப்பநிலை கட்டத்திலிருந்து விடுபட்டு உப்பு நீர் வெப்பக்கலனை அடைகிறது. இங்கு அதன் வெப்பநிலை மேலும் உயர்த்தப்படுகிறது. பின்பு கடல்நீர் முதல் கட்டக் குழாயினுள் நுழைகிறது. இப்பெரிய அறையின் அடிப்பகுதியிலிருந்து புகுத்தப்படும் உப்புநீர் திடீரென ஆவியாகிறது. இந் நீராவி தனது வெப்பத்தை கடல் நீருக்குக் குழாய்ச் சுவர் வழியாக அளித்துவிட்டு, குளிர்ந்த தூய நீராகத் தேங்குகிறது.

இரண்டாம் கட்டம் முதல் கட்டத்தைவிடக் குறைந்த அழுத்தத்தில் செயல்படுவதால் தடுப்புச் சுவர்களிலுள்ள நீர்ம மூடிகளினூடே உப்புநீர் பாய்ந்து அடுத்த அறையை அடைகிறது. இங்கும் திடீர் ஆவியாக்கல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இவ்வழிமுறை பல கட்டங்களில் உப்புநீரின் வெப்பத்தை பெருமளவில் அகற்றும் வரை நிகழ்த்தப்படுகிறது. மறு சுழற்சித் தேவைக்கும் மேலாக உள்ள செறிவேற்றம் அடைந்த கடல்நீர் கடலில் மீண்டும் சேர்க்கப்படுகிறது. சேமிப்புத் தொட்டிகளில் தூயநீர் சேகரிக்கபடுகிறது. (படம் 1 அ, ஆ).



படம் 1. (அ) - வழிமுறைப்படம். (ஆ) - ஒரு பெரிய பலகட்ட அமைப்பு

இருமைக் கலவைகளின் திடீர் வாலை வடித்தல் கொள்கை. இரு கூறுகளைக் கொண்ட கலவை ஒன்றில் ஒரு மோல் அளவுக்குப் பிரிப்பான் அமைப்பில் இடுவதாகக் கொள்வோம். அதன் செறிவு (இரு கூறுகளுள் எளிதில் ஆவியாக்கக்கூடிய கூறைப் பொறுத்தவரை) மோல் பின்ன அலகில் X_F, ஆக இருக்கட்டும். தொடர்ச்சியாக ஆவியாக்கப்படும் நீரின் மோல் பின்னம் f எனக் கொள்க. இந்நிலையில் தொடர்ச்சியாக நீர்மமாக வெளியேறும் பகுதியின் மோல் பின்னம் (1-f) ஆகும். ஆவி மற்றும் நீர்மத்தின் செறிவுகள் முறையே y_D- உம், x_B உம் எனின்,

$$x_F = y_D + (1\text{-}f)x_B$$

x_B, 2-உம் y_D- உம் மதிப்பு அறியப்படாத துணையலகுகளாகும். இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்துவதற்கு இத்துணை அலகுகளை உள்ளடக்கிய மற்றொரு சமன்பாடு தேவை. இச்சமன்பாட்டைச் சற்றே திருத்தியமைத்தால்,

$$y = -\frac{(1-f)}{f}x + \frac{X_F}{f}$$

என ஒரு நேர்கோட்டிற்கான சமன்பாடாக மாற்றலாம். இக்கோட்டின் சரிவு (slope) $-\frac{(1 - f)}{f}$ ஆகும். இக்கோட்டைச் சமநிலைப் படத்தில் (equilibrium diagram) பொருத்தினால் மேற்கூறிய சமன்பாட்டுக்குத் தீர்வு கிட்டும்.

திடீர் வாலை வடித்தல் முறை பெட்ரோலியத்தின் உட்கூறுகளைப் பிரிப்பதற்குப் பயனாகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

திண் கனிமங்கள்

அடர்த்தியை அடிப்படையாகக் கொண்டு கனிமங்களை இலகு கனிமங்கள், நடுததரக் கனிமங்கள், திண்கனிமங்கள் எனப் பிரிக்கலாம். இவற்றுள் 2.9 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடர்த்தி கொண்டவற்றைத் திண் கனிமங்கள் (heavy minerals) எனலாம். இல்மனைட், ரூட்டைல், மோனோசைட், சிர்கான், டூர்மலின், கார்னெட், ஸ்டாரொலைட், கயனைட்,எபிடோட், ஸ்பீன், ஹார்ன்பிளண்ட் போன்றவை சில முக்கியமான திண்கனிமங்கள் ஆகும்.

வெப்ப அழுத்தம், வேதிச் சிதைவு, பாறைப் படிவாக்கம் போன்ற மாறுதல்களால் பாதிப்படையாத இத்தகைய திண் கனிமங்களைக் கொண்டு அவற்றின் பிறப்பிடம், அங்கு நிலவிய வெப்ப அழுத்த நிலை, வேதிப் பண்புகளை அறிய முடிகிறது. காட்டாக ஆம்பிபோல், ஆம்பிபோல் எபிடோட் தொகுதிகள் அனற்பாறைகள் அல்லது உயர்நிலைப் பாறை மாற்றத்தையும், ஆகைட் எரிமலைப் பாறைத் தொகுதியையும், சிர்கான் டூர்மலின் தொகுதிச் சிதைவு மற்றும் அரிப்பினால் நீக்கப்பட்ட, நிலையற்ற பொருள்கள் கொண்டிராத பாறைத் தொகுதியையும் காட்டுகின்றன.

படிவுப் பாறைகள் தம்முடன் இருக்கும் திண்கனிமங்களால் இனம் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய திண்கனிமங்களின் சேர்க்கை, தாம் படியும் இடத்தில் இருக்கும்போது உருவான இடம், அவ்விடத்தில் நிகழ்ந்த சிதைவு, வெப்ப - அழுத்த நிலை, வேதி மாற்றம் பற்றிய தகவல்களை அறியலாம். ஒரு சில நிலைகள் தம்மிடமிருந்து திண் கனிமங்களை அடுத்தடுத்து வழங்கும்போதும் வேறு திண்ணிய மற்றும் இலகு கனிமங்களுடன் சேரும் போதும் இத்திண் கனிமச் சேர்க்கை பல்வேறு நிலைகளை அடையும். நவீன கனிம அமைப்புக்கும் எளிதில் ஆய்ந்தறியும் வழிகளும் இப்போது கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இதன் மூலம் திண்கனிமங்கள் படிவுப் பாறை உருவாகும் இடத்தில் நிலவிய புவியியல் நிலைகளைத் தெரிந்து கொள்ளவும் பயன்படுகிறது. சில இடங்களில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு காலக்கட்டங்களில் உண்டான படிவுப் பாறைகளை ஒப்பு நோக்கவும் பயன்படுகின்றன.ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து வரும் திண் கனிமங்கள் ஓரிடத்தில் படிவதற்கு முன்பும் பின்பும் வெவ்வேறு மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகின்றன. சிதைவின்போது ஆகைட், ஆலிவின் போன்ற சில குறிப்பிட்ட கனிமங்கள் அழிந்துவிடுகின்றன. இத்தகைய மாற்றம் குறிப்பாக வெப்பமும், ஈரப்பதமும் மிகுந்த நிலப்பகுதிகளில் விரைவில் நடைபெறுகிறது. சிதைவுண்ட பாறைகள் இடமாற்றத்திற்கு உள்ளாகும்போது இலகுவான கனிமங்கள் ஆங்காங்கே உண்டாகின்றன. நீர் அல்லது காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்படும்போது வகைப்படுத்தப்படும் இந்தச் சிதைவுண்ட பாறைகள், பெருந்துகள் ஓரிடத்திலும் சிறுதுகள் மற்றோர் இடத்திலுமாகப் படிகின்றன. இடமாற்றம் பாறைத் துகள்களின் திண்மைக்கேற்ப இருக்குமாயின் பாறை அல்லது துகள்களின் வேதி அமைப்பு பெரிதும் மாறுபடும். சில தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட, நிலையற்ற கனிமங்களின் கரைசல்களே திண் கனிமங்களின் வேதி அமைப்புக்கு முழுக் காரணம் என்று கருதப்படுகிறது. இவ்வகையில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கனிமக் கரைசல்கள் ஒரு சிறிய வரையறுக்கப்பட்ட இடத்திற்குள் இன்றியமையாதவையாகக் கருதப்பட்டாலும் பொதுவாகப் பல இடங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

எரிமலைக் குழம்பு தன் வெப்பத்தை இழந்து புவியின் மேற்பரப்புக்கு மிகு ஆழத்தில் உண்டாகும். அனற்பாறை களிலேயே திண் கனிமங்கள் முதன்மையாகச் தோன்றுகின்றன. இப்பாறைகள் வேதி மாற்றத்தினால் உண்டாகும் பாறைகளிலோ பாறைச் சிதைவிலோ வெவ்வேறு இட, நிலை மாற்றமடைந்து இறுதியில் செறிவடைந்த நிலையிலும் காணப்படலாம்.

அனற்பாறைகளில் ஏற்படக்கூடிய சிதைவு, தேய்மானம், நிலத்தடி நீரின் சுழற்சி ஆகியவற்றால் திண்கனிமங்கள் பாதிப்படைவதில்லை. ஒப்படர்த்தி மிகுந்த மணற்பாறைகளின் ஊடே உள்ள துணைக்கனிமங்கள் ஆகும். 1% - 0.1% மட்டுமே காணப்படும் இவை, அனற்பாறைகளில் உள்ள சிதைவுறாத் தனிமங்கள் அல்லது பாறைகளின் அடர்த்தி மிக்க, எளிய சிதைவுறும் கனிமங்களின் எச்சங்களாக விளங்குகின்றன. இவ்வாறு நிலைத்து நிற்கக்கூடிய சிர்கான், குறைவாகக் காணப்படும் ஒரு கனிமம்; சற்றுப் பரவலாக ஆனால் நிலையற்ற ஹார்ன்பிளண்ட் அடர்த்தி மிகு

பொருள்களிலிருந்து பெறப்படும் கனிமமாகும். இத்திண்கனிமங்களின் எண்ணிக்கையும் விதமும் மாபெரும் அளவில் மாறக்கூடும்.

இவை புதிதாக அனற்பாறைகளிலிருந்து பெறப்பட்டால் சிதைவைச் சற்றே காட்டுகின்றன. அவ்வாறின்றி, பழைய படிவுப் பாறைகளிலிருந்து வரும் மிக அதிக நிலைத்த கனிமங்கள் தம் வடிவில் உருண்டை நிலையை அடைகின்றன. வெவ்வேறு காலப் படிவுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட நில எல்லைக்குள் இருந்தாலும் அவற்றுள் வெவ்வேறு வகையான திண்கனிமத் தொகுப்பைக் காண முடியும். இத்தகைய வேறுபாட்டிற்குக் காரணங்களைக் கண்டுபிடிக்க மேலும் பல ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

பலவேறு இடங்களில் படிவுகளின் ஆய்வுக்குப் பின் இத்தகைய வேறுபாடுகளில் ஓர் ஒழுங்குமுறை உள்ளமையைக் காணலாம். காட்டாக டெர்ஷியரி, மீசோசோயிக் காலம் வரையிலான படிவுகளின் திண் கனிமங்களைப் பார்த்தால், அவை கீழேயிருந்து மேலே வரவர, படிய படிய அதாவது படிவுப் பாறைகளின் வயது குறைய குறையத் திண் கனிமங்களின் அடர்த்தி மிகும். வயது முதிர்ந்த கேம்பிரியன் காலத்திற்கும் முன்பு உண்டான படிவுகளில் ஏற்பட்ட வேதி உருமாற்றத்தால் அங்கு இருந்திருக்கக்கூடிய திண்கனிமங்கள் வேறு நிலைக்கு மாற்றப்பட்டிருக்கலாம் என்னும் காரணத்தால் அப்படிவுகளில் உள்ள திண் கனிமங்களின் அடர்த்தி மிக மிகக் குறைவாகவே உள்ளது.

ஹார்ன்பிளண்ட், மேல் அடுக்கிற்கான குறிப்பிடத்தக்க கனிமமாகும். டூர்மலின், சிர்க்கான், ரூட்டைல், ஸ்டாரோலைட், கார்னெட் போன்றவை கீழ் அடுக்கிற்கான கனிமங்கள் ஆகும். இடைப்பட்ட அடுக்கில் கயனைட், எபிடோட், டைட்டானைட் போன்றவை காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் கீழ் அடுக்கின் கனிமங்கள் மேல் அடுக்கிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. எனவே மேல் அடுக்கில் உள்ள கனிமங்கள் தங்கள் நிலையில் செறிவைக் காட்டுகின்றன. ஆனாலும் கீழ் அடுக்கு கனிமங்கள் மேல் அடுக்கிலும் இருந்தேயாக வேண்டும் என்பதில்லை. இவ்வாறான வேறுபாடுக்கேற்ற காரணங்களையும் இதுவரை எவரும் சுட்டிக் காட்டவில்லை. வெவ்வேறு அறிஞர்கள் வெவ்வேறு காரணங்களைக் காட்டியுள்ளனர்.

திண்கனிமங்கள் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தவையாக விளங்குகின்றன. இந்தியாவிலும், பிரேசிலிலும், கடற்கரை மணலில் கிடைக்கும் மோனோசைட், பங்கா, வில்லிடன் தீவுகள்,இந்தோனேசியக் கடற்கரை ஓரத்தில் கிடைக்கும் வெள்ளீய மணல் போன்றவையே தகுந்த சான்றுகள் ஆகும்.

லட்சக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன் நிலவிய பெரும்பனிக் காலத்தின்போது கடற்கரையோர மற்றும் ஆற்று நீரால் அடித்து வரப்பட்ட பொருள்கள் யாவும் நிலத்தின் மேலே பரவிக் காணப்பட்டன. அத்தகைய பொருள்களும் பொருளாதார வளம் மிக்கவையாக விளங்குகின்றன. எ-டு: தென்மேற்கு ஆஃப்பிரிக்காவின் கடற்கரை மணலில் காணப்படும் விவரங்கள், அலாஸ்கா கடற்கரைத் தங்க மணல், நியூசிலாந்துக் கடற்கரை இரும்பு, மணல் என்பன. இவற்றைக் கண்டெடுத்துப் பிரித்து மூலப் பொருள்களாக்கி விற்பனை செய்வதற்கான வேலைகள் தீவிரமாக நடைபெற்று வருவதை இங்குக் காணலாம்.

தமிழ்நாட்டில் மேற்சொன்ன திண்கனிமங்கள் அனைத்தும் கன்னியாகுமரி மாவட்டத்தில் மணவாளக்குறிச்சி, கோலக்கல் ஆகிய இடங்களிலும் இராமநாதபுரம், தஞ்சாவூர் மாவட்டங்களில் சில இடங்களிலும் கடற்கரை மணலில் கிடைக்கின்றன. கேரளாவில் கண்ணனூர், கோழிக்கோடு, திருச்சூர், கொல்லம் ஆகிய இடங்களில் கடற்கரை மணலில் கிடைக்கின்றன.

- பி.கென்னடி

துணைநூல். G.W.Tyrrell, *The Principles of Petrology*, B.I.Publications, New Delhi, 1980.

திண்மங்களில் கதிரியக்க அழிவு

அணுக்கருவின் கதிரியக்கங்கள் திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருள்களுடன் வினைப்படும்போது, தீய விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. ஆல்ஃபா, காமா, உயர்வேக நியூட்ரான் போன்ற கதிரியக்கத் துகள்கள் பேரழிவைத் தோற்றுவிப்பவையாகும். இவ்வகைக் கதிரியக்கங்களில் சராசரி ஆற்றல் 1,00,000 எ.வோ. (electron volt) மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள், நேரடியாக அயனியாக்கத்தையும், எலெக்ட்ரான் கிளர்ச்சியையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இதன் காரணமாக வேதி மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. மின்னூட்டமற்ற நியூட்ரான்கள் மறைமுகமாக இச்செயற்பாட்டைத் தோற்றுவிக்கின்றன. திண்மப் பொருள்களில் பெயர்ச்சி அடைந்த அணுக்கள் இன்றியமையாமை பெறுகின்றன. கதிரியக்கத்தின் ஆற்றல் செறிவு, கதிரியக்கம் நடைபெறும் வெப்பநிலை, கதிரியக்கத்திற்கு உட்படும் பொருளின் வகை ஆகிய காரணிகளைக் கதிரியக்கச் சிதைவுகள் சார்ந்துள்ளன.

இயல்பான நிலையில் உள்ள ஓர் அணுவை இடப்பெயர்ச்சிச் செய்வதற்குத் தேவையான ஆற்றல் ஏறக்குறைய 23-35 எ. வோ. ஆகும். கருச்சிதைவு நியூட்ரான் கொண்டுள்ள சராசரி ஆற்றல் 106 எ.வோ. ஆகும். இவ்வாற்றல், அணுவைப் பெயர்ச்சி அடையச் செய்வதற்குத் தேவையான சிறும ஆற்றலைவிடப் பல மடங்காகும். பெயர்ச்சி அடையும் அணுவின் ஆற்றல் அளவு, மோது துகளின் மோதல் கோணம், அதன் அணுவின் ஆற்றல் அளவு, நிறை ஆகியவற்றின் சார்பலனாகும். நேரடி மோதலின் போது (head-on-collision) ஹைட்ரஜன் அணு நியூட்ரானின் முழு ஆற்றலையும் உட்கவரும்.

$$\text{சராசரி ஆற்றல் மாற்றம் } \Delta E = -\frac{2Mm}{(M+m)^2}E$$

M - வெளியேறும் அணுவின் நிறை
m - நியூட்ரானின் நிறை
E - நியூட்ரான் ஆற்றல்
M - நிறை எண் அல்லது அணுநிறையில் காட்டப்படும்போது m ஏறத்தாழ ஒன்றாகும்

$$\text{ஆகவே, } \Delta E = \frac{2M}{(M+1)}E$$

சமநிலையில் உள்ள அணுவை நகர்த்தி, சமநிலையற்ற நிலையில் அமைக்கும்போது பொருளின் பண்பில் மாற்றம் தோன்றும். படிகத் தளத்தில் அணுக்களின் சார்பு அமைப்பைச் சார்ந்து திண்மப் பொருள்களின் பண்பு அமையும். சமநிலையற்ற நிலையில் அணு அமையும்போது, திரிபு தோன்றும். இதனால் திண்மப் பொருள்கள் கடினமாக அமையும். குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அணிக்கோவையில் வெற்றிடம் அமையும்போது கூட்டுப்பொருள்களிலும் பல்பகுதித் திண்மப் பொருள்களிலும் தேவையற்ற திண்மநிலை வினை முடுக்கம் தோன்றும். இதனால் பல வெற்றிடப் பகுதிகள் தோன்றுகின்றன.

சிதைவிற்கு இடமளித்தல். அணுக்கரு உலையில் சில பகுதிகள் மிகுதியும் சிதைவிற்கு உட்படுகின்றன. அணுக்கரு உலையில் பிளவுற்ற பகுதிகளுடன் எரிபொருள் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளமையால், மிகுதியாகச் சிதைகிறது. மின்னூட்டமும், உயர் ஆற்றல் நிறையும் கொண்ட துகள்கள் கூடுதலான ஆற்றலைக் குறிப்பிட்ட பகுதியில் தேக்கி வைக்கின்றன. இதனால் படிகத்தில் அணுப்பெயர்ச்சியும் வெப்பமும் தோன்றும். உயர் வெப்பநிலை காரணமாக ஒருசில பகுதிகளிலுள்ள மிகை அணுக்கள் உருகுகின்றன. யுரேனியத்தில் சிதைவு ஏற்படுவதால் பெருக்கம், எளிதில் உடையும் தன்மை, நீளம் மிகுதல், வலிவற்ற தன்மை ஆகியவை ஏற்படும். உயர்வேக நியூட்ரான், காமாக் கதிர் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் சிதைவு மிகுதியாகத் தாக்கமடைவதில்லை.

நியூட்ரான் அடுத்தடுத்த இரு மோதலின்போது நீண்ட தொலைவு செல்கிறது. இதனால் அணுக்கரு உலையில் தணிப்பான், குளிர்விப்பான், மறைப்பு, கட்டுப்படுத்தும் கருவி ஆகியன சிதைவுறுகின்றன. காமாக் கதிர்களும் உட்கவரப்படுகின்ற காரணத்தால் சிதைவுறுகின்றன.

கட்டுப்படுத்தும் தண்டில் போரான்-10, லித்தியம்-6 ஆகியன அடங்கியிருக்கும்போது வினையில் தோன்றும் மீண்டெழு துகள்களால் சிதைவுறும். இவை பிளவுற்ற துகள்கள் போன்று தோன்றும்.

விக்னர் ஆற்றல் (Wignor energy)**.** ஒரு பொருள் மிகுதியான நேரம் கதிரியக்க வீச்சிற்கு உட்படும்போது அதனுள் ஆற்றல் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. இதனால் கதிரியக்கச் சிதைவு தோன்றுகிறது. இவ்வாறு சேர்த்து வைக்கப்பட்ட ஆற்றலை விக்னர் ஆற்றல் என்பர். இவ்வாற்றல் விரைவாக வெளியேறும்போது சிதைவு ஏற்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, கிரா∴பைட் 1 கிராமில் 400 கலோரி ஆற்றலைச் சேர்த்து வைக்கிறது. இவ்வாற்றல் வெளியேறும்போது வெப்பம் தோன்ற, சிதைவு ஏற்படுகிறது.

- ஏ.சுந்தரவேலுசாமி

திண்மக் கரைசல்

இது ஒரு திண்மம் மற்றொன்றில் கரைந்த அமைப்பாகும். இருவேறு திண்மங்கள் இரண்டறக் கலந்து ஒரே நிலைமையை (single phase) உருவாக்கக்கூடும். இங்கு மிகு அளவில் இடம்பெறும் திண்மத்தின் அணுக்கள் கரைப்பான் அணுக்கள் என்றும், குறை அளவில் இடம்பெறும் திண்மத்தின் அணுக்கள் கரைபொருள் அணுக்கள் என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் உலோகக் கலவைகளே இக்கரைசலுக்குச் சான்று.

ஈரிய (binary) திண்மக் கரைசலுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக விளங்கும் தாமிரம்-நிக்கல், தங்கம்-வெள்ளி, NiO-MgO போன்றவற்றில் ஒரு படிகத்தின் அணுக்களைப் படிப்படியாக, இறுதியில் முழுமையாக

மற்றொரு வகை அணுக்களினால் பதிலீடு செய்யலாம். இவ்வகைத் திண்மக் கரைசல்கள் பதிலீட்டு வகைத் திண்மக் கரைசல்கள் (substitutional solid solutions) எனப்படுகின்றன. எ-டு: K-Rb, Ag-Au, As-Sb, Mo-W, Ni-Pd, Ni-Co, CaO-MgO, Ar-Kr, N_2-CO, NaCl-NaBr, Na_2O-CaO-Al_2O_3-SiO_2, MgO-Al_2O_3-SiO_2.

இவ்வகை உருவாவதற்கான தேவைகள்: இருவகை அணுக்களுக்கும் குறுக்களவு வேறுபாடு 15%க்கு மேற்படக்கூடாது; இருவகைத் திண்மங்களும் ஒரே படிக அமைப்பைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்; இரண்டு உட்கூறுகளும் தனிமங்களாக இருப்பின், அவற்றின் இணைதிறன் சமமாக இருக்க வேண்டும்; இரு திண்மங்களின் வேதிப் பண்புகளும் பெருமளவுக்கு ஒரே மாதிரியாக இருக்க வேண்டும்; இல்லையெனில், அவற்றிற்கிடையே சேர்மம் தோன்றக்கூடும்.

மற்றொரு வகை ஈரிய திண்மக் கரைசலில் முழுமையான பதிலீடு நிகழ்வதற்கு வாய்ப்பு இல்லை. இங்கு இருவகை அணுக்களுக்கும் குறுக்களவில் பெரும் வேறுபாடு உள்ளது. அணுக்கள் கோள வடிவானவை என்னும் தற்கோளின் அடிப்படையில் நோக்கினால், பெரிய அணுக்களை இயன்றவரை இடைவெளியின்றி மூன்று பரிமாணங்களிலும் அடுக்கி வைத்தால், இவ்வணுக்களுக்கு இடையே இடைவெளிகள் தோன்றுவதைக் காணலாம். இவ்விடைவெளிகளில் தக்க குறுக்களவு கொண்ட சிறு அணுக்களைப் புகுத்த இயலும். இவ்வகையை இடைச்செருகல் திண்மக் கரைசல் (interstitial solid solution) என்பர். பெரிய அணுக்களின் இடைவெளிகள் பகுதியாகவோ முழுமையாகவோ நிரப்பப்படலாம். எ-டு. எ.்.கு, வார்ப்பிரும்பு, அலுமினியம்-தாமிர உலோகக் கலவை உலோகங்களில் நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் போன்ற வளிமங்கள் புகுவதாலும் இவ்வகை உருவாகலாம்.

திண்மக் கரைசல்களைத் தயாரிப்பதற்குப் பெரும்பாலும் இரு பொருள்களை உருக்கி, நீர்மங்களைக் கலந்து, நீர்மக் கலவையைக் குளிர்வித்தலே ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட வழிமுறையாகும். எனவே, நீர்ம நிலையில் இரு பொருள்களும் முழுமையாகக் (எந்த இயைபிலும்) கலக்கக்கூடும் என்னும் தற்கோள் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. எனினும், Al-Pb, Zn-Pb போன்றவை இதற்கு விதிவிலக்குகளாகும்.

நிலைமை விதியின் அடிப்படையில் திண்மக் கரைசலின் இயல்புகள். நிலைமை விதி P+F=C+2 ஆகும். இங்கு P=நிலைமைகளின் எண்ணிக்கை, F=கட்டின்மை எண், C=கூறுகளின் எண்ணிக்கை. இருகூறு அமைப்புக்களுக்கு (two-component systems) நிலைமை விதியைப் பயன்படுத்துகையில், உள்ளார்ந்த பண்புகளில் ஒன்றை (பொதுவாகஅழுத்தத்தை) நிலையாகக் கருதுதல் வழக்கம். இதன் விளைவாக நிலைமை விதி P+F=C+1 என்றாகிவிடும். இதற்குக் குறுக்கப்பட்ட நிலைமை விதி (reduced phase rule) எனப் பெயர். பதிலீட்டு வகைத் திண்மக் கரைசல் அமைப்பில் நீர்மக் கரைசல், திண்மக் கரைசல் என இரு நிலைமைகள் மட்டுமே உள்ளன: எனவே, நிலைமை விதிப்படி,

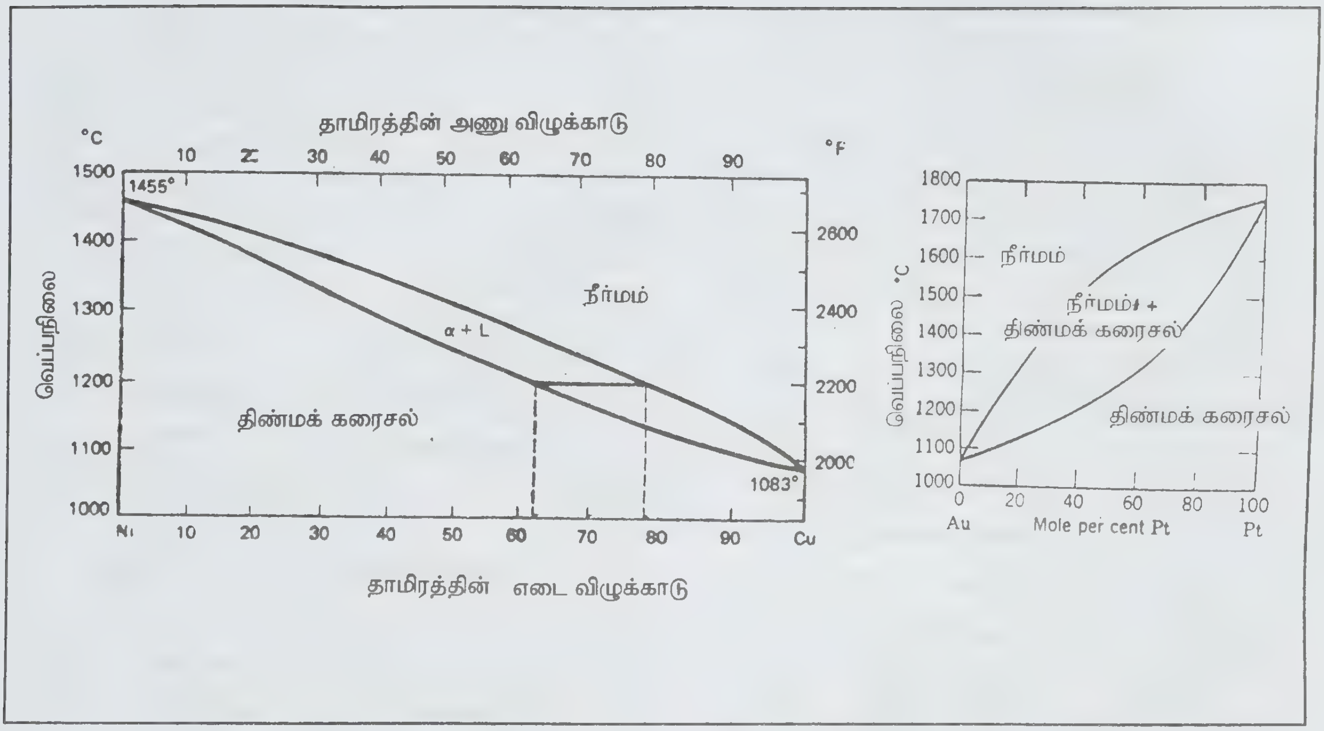
$$2 + F = 2+1$$

அதாவது, F =1

இருவகைக் கரைசல்களும் (திண்ம மற்றும் நீர்ம வகைகள்) ஒன்றோடொன்று சமநிலையில் இருக்கும் போது வெப்பநிலை, இயைபு ஆகிய இரு பண்புகளில் ஏதாவது ஒன்றின் மதிப்பை மட்டுமே தன்னிச்சையாக (arbitrarily) அறுதியிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வெப்பநிலையை ஒரு மதிப்பில் நிலைநிறுத்தினால் அமைப்பின் இயைபு தானாகவே நிலை கொள்ளும். அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் திண்மக் கரைசலின் இயைபு நீர்மக் கரைசலுடன் சமநிலையில் இருக்கும்போது மட்டுமே ஒரு மாறிலியாகும்.

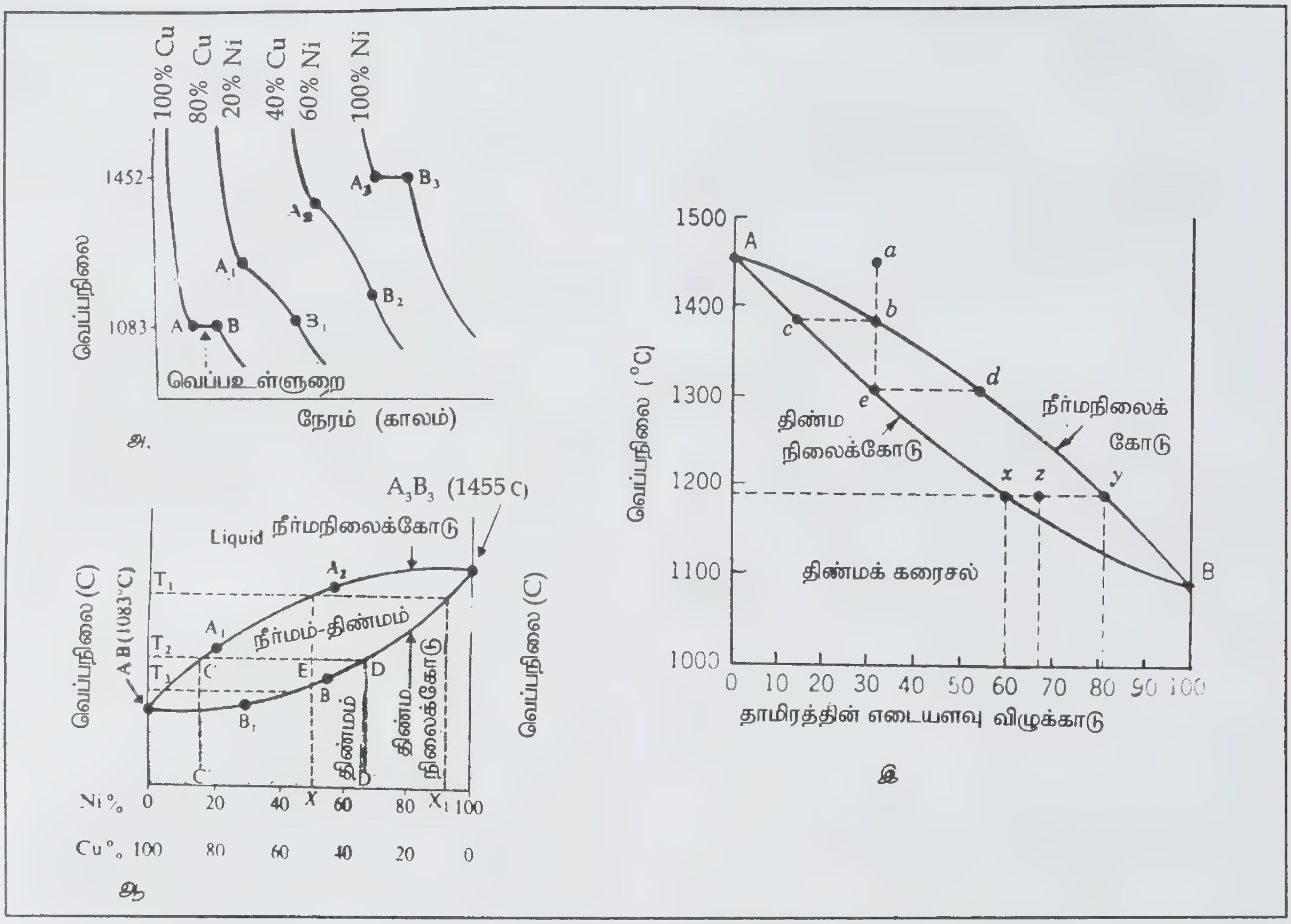
பதிலீட்டு வகைத் திண்மக் கரைசலின் நிலைமைப் படம். A,B என இரு கூறுகளைக் கொண்ட திண்மக் கரைசலின் இயைபை வெப்பநிலையின் சார்பலனாக வரைபடம் வரைந்தால் அதில் இரு வளைகோடுகளால் மூடப்பட்ட வளைய அமைப்புத் தோன்றும். இப்படத்தில் (படம் 1 அ ,ஆ) மேல் வளைகோட்டிற்கு நீர்மநிலைக்கோடு (liquidus curve) என்றும், கீழ்வளைகோட்டிற்குத் திண்ம நிலைக்கோடு (solidus curve) என்றும் பெயர். வரைபடத்தில் நீர்ம நிலைக்கோட்டிற்கு மேல்பகுதி முழுதும் நீர்ம நிலைமையும், திண்ம நிலைக் கோட்டிற்கு கீழ்ப்பகுதி முழுதும் திண்ம நிலைமையுமே நிலைத் தன்மை (stable) பெறும். வளையப் பகுதியினுள் இரு நிலைமைகளும் நிலைத்தன்மை பெற்றுள்ளன. படம் 1, ஆ Pt-Au திண்மக் கரைசலின் நிலைமை வரைபடமாகும். Pt-Au திண்மக் கரைசலில் Pt-ம், Au-ம் சில குறிப்பிட்ட இருக்கைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து அடைகின்றன. இதற்குத் திட்டவட்டமான (ordered) திண்மக் கரைசல் என்று பெயர்.

தாமிர-நிக்கல் நிலைமை வரைபடம் (படம் 1 அ) இவ்வகை அமைப்புகளுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இது போன்ற வரைபடங்கள் வரைவதற்குத் தேவையான தரவுகள் (data) ஆய்வு வழியாகப் பெறப்படுகின்றன. இந்த



படம் 1 அ ஆ

ஆய்வுக்கு வெப்பப் பகுப்பாய்வு (thermal analysis) என்றும் குளிர்வரைப் பகுப்பாய்வு (cooling curve analysis) என்றும் பெயர். ஒரு திண்மத்தை உருக்கி, மீண்டும் குளிர்வித்துத் திண்மமாக உறையும் வெப்பநிலையைத் துல்லியமாக அறிதலே இந்த ஆய்வின் நோக்கமாகும். (உருகு நிலைக்கும், உறைநிலைகக்கும் நடைமுறையில் சற்றே வேறுபாடு உள்ளது). நீர்மத்தைக் குளிர்விக்கையில் ஒழுங்கான கால இடைவேளைகளில் நீர்மத்தின் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். நீர்மம் உறைந்த பின்பும் நெடு நேரம் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். வெப்பநிலையை நேரத்துடன் சார்ந்து வரைபடமாக்க வேண்டும். (நேரம் மட்டாயமாகவும் வெப்பநிலை குத்தாயமாகவும் இருக்க வேண்டும்) (படம் 2அ) தூய்மையான பொருளின் (இங்குத் தாமிரத்தின்) குளிர்வரையில் ஒரு கிடைப்பகுதி (horizontal portion) இடம் பெறும். இப்பகுதியின் தொடக்கம் (A) உறைதலின் தொடக்கத்தையும், இப்பகுதியின் முடிவுப்புள்ளி (B) உறைதலின் நிறைவையும் குறிக்கும். அதாவது, உறைதல் நிகழ்ந்து முடியும் வரை வெப்பநில்ல மாறாதிருக்கும். ஒரு திண்மக் கரைசலை உருக்கிக் குளிர்விக்கையில் வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும் நிலை தோன்றுவதில்லை. ஏனெனில், நீர்மக் கரைசலும் உறைதலால் வெளிவரும் திண்மக்கரைசலும் இயைபில் வேறுபடுகின்றன. எனினும், குளிர்வரைக் கோட்டில் உறைதல் தொடங்கும் போது (A_1) ஒரு முறையும், உறைதலின் இறுதியில் (B_1) ஒரு முறையும் சாய்வு விகிதம் (slope) மாறும், இதே போன்று வேறோர் இயைபு கொண்ட கரைசலுக்கு இவ்விரு புள்ளிகளும் முறையே A_2, B_2 என்றிருக்கும். தூய்மையான மற்றொரு கூறின் (நிக்கல்) குளிர்வரையில் A_3, B_3 என்னும் உறைநிலைக் கிடை தோன்றும். தூய தாமிரம் மற்றும் நிக்கலுக்கு நீர்ம நிலையிலும் திண்ம நிலையிலும் இயைபு வேறுபாடு இருப்பதில்லையாதலால், Aஉம் Bஉம் ஒரே வெப்பநிலையிலும், A_3உம், B_3உம் ஒரே வெப்பநிலையிலும் உள்ளன. மாறாக, திண்மக் கரைசல்களில் A_1,A_2 ஆகியன நீர்ம நிலையையும், B_1, B_2 ஆகியன அவற்றுடன் சம நிலையிருக்கும் திண்ம நிலையை குறிக்கின்றன. இயைபை நீர்ம, திண்ம வெப்ப நிலைகளுக்கு எதிராக வரைபடம் ஆக்கினால் படம் 2 - ஆ. A, A_1, A_2, A_3 ஆகிய புள்ளிகளை இணைக்கும் வளைவரை (curve) நீர்ம நிலைக்கோடு; B, B_1, B_2, B_3 ஆகிய புள்ளிகளை இணைக்கும் வளைவு வரை திண்மநிலைக் கோடு ஆகும். இவ்வளைகோடுகள் மேடுபள்ளங்களின்றி வில்லைப்போல் வளைந்திருத்தல் நல்லியல்பையும், கரைதிறன் முழுமையையும் குறிக்கும். திண்மக் கரைசல் உருவாகும் போது, கரைபொருள் கரைசலின் உருகுநிலையைக் குறைப்பதில்லை. இவ்வாறான கோட்டை வரைந்து பெறுவதற்கு வெப்பப் பகுப்பாய்வை மிக, மிக மெதுவாக



படம் 2. அ, ஆ, இ

நிகழ்த்த வேண்டும். அப்போதுதான் குளிர்தலின் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் நீர்மமும் திண்மமும் ஒன்றோடொன்று சமநிலையில் இருக்கும். சமநிலை என்பது வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியின் கிளைத் தேற்றமாதலாலும், நிலைமை வீதி சமநிலை அமைப்புகளுக்கு [illegible] பொருந்துமாதலாலும் இந்நிபந்தனை கட்டாயத் தேவையாகிறது.

30% தாமிரம் கொண்ட Cu-Ni நீர்மக் கலவையைக் குளிர்வித்தால், திண்மமாதல் 1375° C இல் தொடங்குகிறது (படம் 2இ). இந்நிலையை b என்னும் புள்ளி குறிக்கிறது. இந்நீர்மக் கரைசலிலிருந்து வெளியேறும் திண்மக் கரைசலில் இயைபு c ஆகும். பொதுவாக, ஒரு குறிப்பிட்ட இயைபு கொண்ட நீர்மக் கரைசலுடன் சமநிலையில் இருக்கும் திண்மக் கரைசலின் இயைபை அறிவதற்கு, நீர்மநிலைக் கோட்டிலிருந்து திண்மநிலைக் கோட்டிற்கு ஒரு கிடைகோடு (bc) வரைய வேண்டும். இக்கோட்டைக் கட்டுக்கோடு (tie-line) என்பர். நீர்மத்திலிருந்து வெளிவரும் திண்மக் கரைசலில் Ni-இன் விழுக்காடு கூடுதலாக உள்ளமையால், எஞ்சிய நீர்மத்தில் உருகுநிலை குறைவாகவுள்ள தாமிரத்தின் விழுக்காடு கூடுதலாகும். இதன் விளைவாகப் புதிய இயைபு கொண்ட உலோகக் கலவை சற்றே குறைவான வெப்பநிலையில் உறையும். மீண்டும் வெளிவரும் திண்மத்தில் Ni-இன் விழுக்காடு கூடுதலாக இருக்கும். இதன் தொடர்ச்சியாக b என்னும் புள்ளி நீர்மநிலைக் கோட்டில் d ஐச் சேரும். நீர்மத்தின் d ஐ அடையும்போது அதிலிருந்து உறையும் திண்மத்தின் இயைபு c ஆகும். அதாவது, திண்மத்தின் இயைபு தொடக்கத்தில் கையாளப்பட்ட நீர்மத்தின் இயைபுக்குச் சமமாகும். இந்நிலையில் நீர்மத்தில் இறுதித்துளியும் திண்மமாகிவிடும். நீர்மநிலை கோட்டிலுள்ள புள்ளிகள் யாவும் Cu-Ni நீர்மக் கரைசல்களின் உறைநிலைகளாகும். திண்மநிலைக் கோட்டிலுள்ள புள்ளிகள் Cu-Ni திண்மக் கரைசல்களின் உருகுநிலைகளாகும் (தூய Cu அல்லது Niக்கு உறைநிலையும் உருகுநிலையும் ஒன்றேயாகும்).

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் இரு நிலைமைகளின் எடை விகிதம் நெம்புகோல் விதியின்படி (lever rule) கணக்கிடப்படுகிறது. சான்றாக, 1180^{0}C இல் 60 எடை விழுக்காடு தாமிரம் கொண்ட திண்மக் கரைசலும், 80 எடை விழுக்காடு தாமிரம் கொண்ட நீர்மமும் ஒன்றோடொன்று சமநிலையிலுள்ளன. இவை முறையே x,y எனும் புள்ளிகளால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. z எனும் இயைபு கொண்ட உலோகக் கலவையில் இரு நிலைமைகளின் எடை விகிதம்,

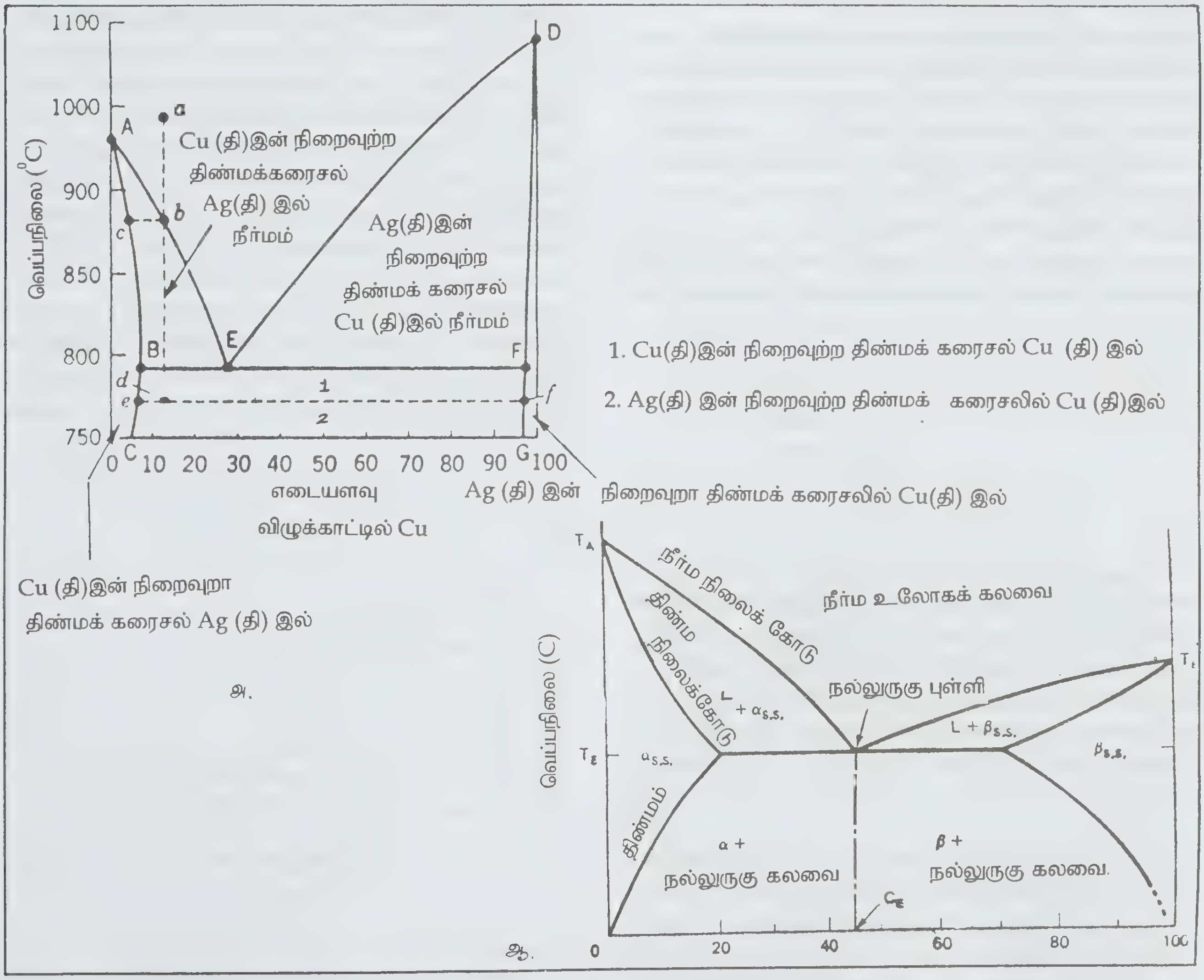
$$\frac{\text{60\% தாமிரத்தைக் கொண்ட திண்மக் கரைசலின் எடை}}{\text{60\% தாமிரத்தைக் கொண்ட நீர்மக் கரைசலின் எடை}} = \frac{zy}{xz}$$

$$= \frac{\text{z க்கும் y க்கும் உள்ள தொலைவு}}{\text{z க்கும் x க்கும் உள்ள தொலைவு}}$$

திண்மக் கரைசலின் எடைக்கு z இலிருந்து நீர்ம நிலைக் கோட்டுக்கும், நீர்மக் கரைசலின் எடைக்கு z இலிருந்து திண்ம நிலைக் கோட்டுக்கும் நீளங்களை அளத்தல் வேண்டும். இதன் காரணமாகவே இவ்விதியை நெம்புகோல் விதி எனக் குறிப்பிடுகின்றனர்.

பகுதித் திண்மநிலைக் கரைதிறன்

(partial solid solubility). படம் (3அ) வெள்ளி -தாமிர திண்மக் கரைசல் அமைப்பைப் பற்றியது.



படம் 3. அ, ஆ

775^{0} C இல் வெள்ளியில் 6% அளவுக்கே தாமிரம் கரையவல்லது. இதே வெப்பநிலையில் தாமிரத்தில் வெள்ளியின் கரைதிறன் 2% ஆகும். (விழுக்காடுகள் யாவும் எடை அடிப்படையிலானவை). படத்தில் ABC என்னும் பகுதியில் வெள்ளியில் தாமிரம் கரைந்துள்ள நிறைவுறாத திண்மக் கரைசல் நிலைத்தன்மை பெற்றுள்ளது. DFG என்னும் பகுதி, தாமிரத்தில் வெள்ளி கரைந்துள்ள நிறைவுறாத கரைசலின் நிலைத்தன்மையைக் குறிக்கும். ABE, DEF என்னும் பரப்புகளில் ஒரு நீர்ம நிலையையும் முறையே வெள்ளியில் தாமிரம், தாமிரத்தில் வெள்ளி ஆகிய திண்மக் கரைசல்களையும் ஒன்றோடொன்று சமநிலையுடன் எதிர்பார்க்கலாம். BEF என்னும் கிடைக்கோட்டிற்குக் கீழ் வெப்பநிலைகளில் தாமிரத்தில் வெள்ளி, வெள்ளியில் தாமிரம் என இரு நிறைவுற்ற திண்மக் கரைசல்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. நீர்ம நிலைமை நிலைபெற்றிருக்கக்கூடிய சிறும வெப்பநிலையை BEF கோடு குறிப்பிடுவதால் இவ்வமைப்பில் அதற்கு ஒரு சிறப்பிடம் உண்டு. இவ்வெப்பநிலை நல்லுருகு கலவை காண் வெப்பநிலை (eutectic temperature). இவ்வெப்பநிலையில் E ஆல் குறிப்பிடப்படும் இயைபு கொண்ட நீர்மமும், B ஆல் குறிப்பிடப்படும் இயைபு கொண்ட வெள்ளி செறிந்த திண்மக் கரைசலும், A ஆல் குறிப்பிடப்படும் இயைபு கொண்ட தாமிரம் செறிந்த திண்மக் கரைசலும் சமநிலையிலுள்ளன. மூன்று நிலைமைகள் சமநிலையில் அமைந்துள்ளமையால் குறுக்கப்பட்ட நிலைமை விதியின்படி,

E எனும் மும்மை $P + F = C+1$ $P = 3$ என்றும்
$C = 2$ என்றும் பதிலீடு செய்தால்,

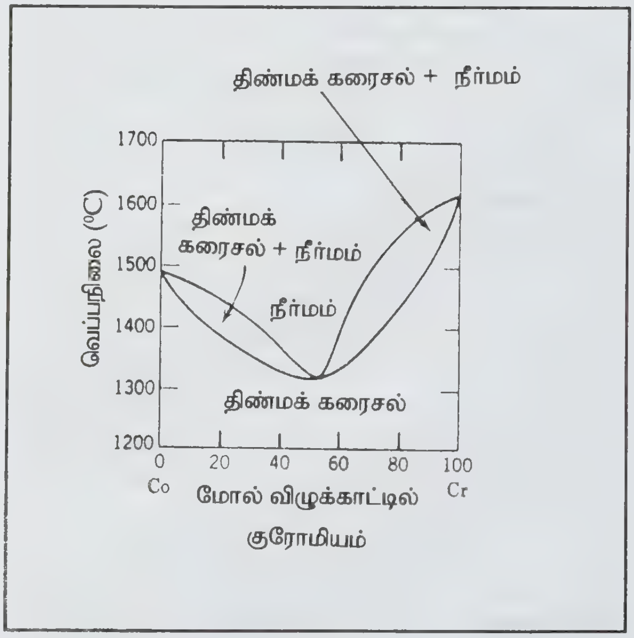
$$3+F = 2+1 = 3$$

அதாவது, $F = 0$

நின்E எனும் மும்மை ; நிலையில் (triple point) கட்டின்மை எண் சுழியாகும். அதாவது, இம்மூன்று நிலைமைகளும் ஒன்றோடொன்று சமநிலையில் உள்ளமை குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலும் குறிப்பிட்ட இயைபிலுமே இயலும். ஓர் அமைப்பைப் பொறுத்தவரை இவ்வெப்பநிலையும் இயைபும் மாறிலிகளாகும். இவ்வமைப்பில் இவ்வெப்பநிலை 755^{0}C ஆகவும் இயைபு 29 எடை விழுக்காடு தாமிரமாகவும் உள்ளன.

a எனும் புள்ளியினால் குறிப்பிடப்பட்ட இயைபைக் கொண்ட நீர்மத்தை மெல்லக் குளிர்வித்தால், b எனும் வெப்பநிலையை அடையும்போது நீர்மத்திலிருந்து c எனும் இயைபு கொண்ட திண்மக் கரைசல் வெளிவருகிறது. எஞ்சிய நீர்மம் சற்றே குறைவான வெப்பநிலையில் மீண்டும் பகுதி உறைதலுக்குள்ளாகிறது. இந்நிகழ்ச்சி மேன்மேலும் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் மீண்டும் மீண்டும் உறைந்து E ஐ அடைகிறது. இங்கு எஞ்சிய நீர்மம் முழுவதும் (en masse) உறைந்துவிடும். தாமிரம் மலிந்த நீர்மத்திலிருந்து தொடங்கினாலும் இதே நிகழ்வே ஏற்படும். வெளிவரும் திண்மக் கரைசலில் தாமிரம் கரைப்பானாக இருக்கும் என்பது மட்டுமே வேறுபாடாகும். இங்கு இறுதி நீர்மம் படிகமாக உறையும் வரை வெப்பநிலை மாறாதிருக்கும். d எனும் புள்ளியால் குறிப்பிடப்படும் வெப்பநிலையை எய்தும்போது e, f இயைபுகளைக் கொண்ட நிறைவுற்ற திண்மக் கரைசல்கள் ஒன்றோடொன்று சமநிலையிலிருக்கும். பகுதிக் கரைதிறன் கொண்ட அமைப்புகளுக்கான பொது வரைபடம் படம் 3 (ஆ) இல் சுட்டப்பட்டுள்ளது,

பகுதிக் (திண்மக்) கரைதிறன் அமைப்புகளுக்கான குளிர்வரை கோடுகள். இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் காரீய - வெள்ளீய அமைப்புக்கான குளிர்வரைகளும், சமநிலை வரைபடமும் விளங்குகின்றன. இக்குளிர்வரைகளில் முதன்மையாகத் தெரியும் சிறப்புக்கூறு 180^{0}C இல் தோன்றும் வெப்பநிலைத் தேக்கம் (arrest) ஆகும். முழுவரம்புக் கரைதிறன் அமைப்புகளுக்கான குளிர்வரைகளில் தோன்றாத கிடை கோட்டுப் பகுதி (horizontal) இங்குத் தோன்றுகிறது. திண்மநிலைக்கோடு (solidus) இதன் விளைவாக ஒரு கிடைகோடாக அமைகிறது. A_3B_3 எனும் புள்ளியின் இயைபினைத் (62% Sn) தவிர்த்து மற்றைய இயைபுகள் யாவும் நீர்மத்திற்கும் அதனுடன் சமநிலையிலுள்ள திண்மத்திற்கும் வெவ்வேறாக இருக்கும்.

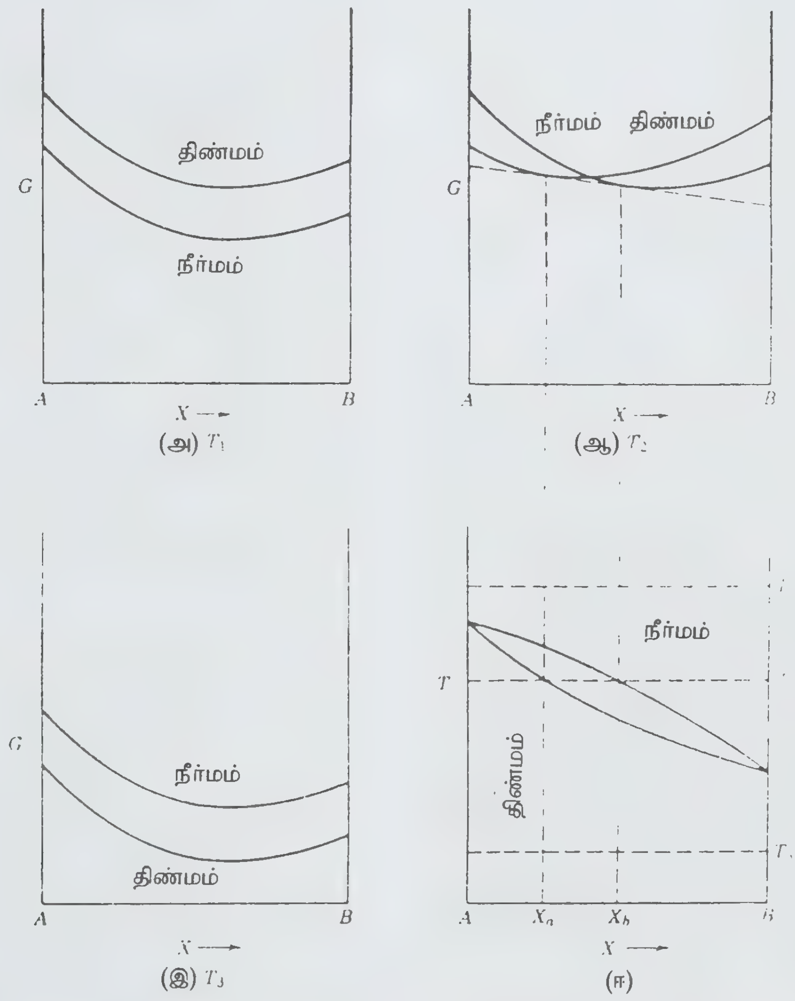


படம் 4

உறைநிலை - இயைபு வரைபடங்களில் கலவை தோன்றாமலேயே சிறுமநிலை (அல்லது பெருமநிலை) ஏற்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, குரோமியம்-கோபால்ட் நிலைமை வரைபடத்தில் (படம் 4) 56% குரோமியம் என்னும் இயைபில் ஒரு சிறுமநிலை தோன்றுகிறது. இவ்வியைபுக்கு முன்னும் பின்னுமாக இரு திண்மக் கரைசல்கள் உள்ளன. 56% க்கு மேலாகக் குரோமியத்தை அடக்கிய கரைசல்களிலிருந்து தூய குரோமியத்தையும் 56%க்குக் குறைவாகக் குரோமியத்தைக் கொண்ட கரைசல்களிலிருந்து தூய கோபால்டையும் பிரித்தெடுக்கலாம்.

பகுதித் திண்மக் கரைதிறன் கொண்ட சில உலோகக் கலவைகளில் திண்மக் கரைசல் இயைபுகளும் வெப்பநிலை வரம்புகளும் அட்டவணை 1இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

திண்மக் கரைசல் உருவாதலை வெப்பவியக்கவியல் அடிப்படையில் நன்கு விளக்கலாம். கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல், நீர்மக் கரைசலுக்கு உள்ளவாறே திண்மக் கரைசலின் இயைபுடன் வேறுபடுகிறது (படம் 5). இரண்டு உலோகங்களுள் (உட்கூறுகள்) எந்தவொன்றின் உறைநிலைக்கும் உயர் வெப்பநிலைகளில் திண்மக் கரைசலைவிட நீர்மக் கரைசலின் கிப்ஸ் ஆற்றல் குறைவாகும். எனவே, திண்ம நிலைமையைவிட நீர்ம நிலைமை, நிலைத்தன்மையைக் கூடுதலாகப் பெற்றுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கட்டிலா ஆற்றல் வளைகோட்டின் தொடுகோடு (tangent) நீர்மக் கரைசலுக்கும் திண்மக் கரைசலுக்கும் பொதுவாகும்.



படம் 5

அட்டவணை 1

அமைப்பு		கரைதிறன் B இல் (வெப்பநிலை (வரம்பு °C)	கரைதிறன் A இல் B (வெப்பநிலை (வரம்பு °C)
A	B		
Al	Mg	12.7 (451)	14.9 (451)
Al	Cu	11.0 (400-1050)	5.65 (548)
Be	Cu	2.7 (866)	—
Cu	Zn	2.7 (424)	39.0 (456)
Cu	Sn	—	15.8 (520-586)
Ag	Cu	2(775)	6(775)
Fe	C	-	2.0 (1130)
SiO_2 (கிரிஸடோ பணைட்)	Al_2O_3 (கார ண்டம்)	5.5 (1595)	20 (1840)

எனவே, இரு நிலைமைகளிலும் A,B ஆகிய இரண்டு உட்கூறுகளின் பகுதி மோலால் கட்டிலா ஆற்றல்களும் சமமாகும். A,B இரண்டின் உருகுநிலைகளுக்கும் குறைவான வெப்பநிலைகளில் திண்மக் கரைசலுக்கான கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் வரைகோடு நீர்மக் கரைசலுக்கான ஒத்த (corresponding) கோட்டுக்குக் கீழே உள்ளது. அதாவது, இந்நிலையில் திண்மக் கரைசல் நீர்மக் கரைசலைவிட நிலைத்தன்மை கூடுதலானது. கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் வரைகோடுகளில் தோன்றும் சிறு மாற்றங்கள் ஒத்த நிலைமை வரைபடங்களில் சிறும நிலைகளையும் பெரும நிலைகளையும் விளைவிக்கின்றன. பகுதித் திண்மக் கரைதிறன் கொண்ட அமைப்புகளில் இருகூறுகளுக்கும் ஒரே படிக அமைப்பு இருந்தால் ஆற்றல்-இயைபு வரைபடம் படம் 7 (a) ஆகவும், வெவ்வேறு படிக அமைப்புகளுடன் இருந்தால் இவ்வரைபடம் படம் 7 (b) ஆகவும் இருக்கும்.

உலோகக் கலவைகளைப் பொறுத்தவரை அவற்றின் திண்மக் கரைசல்களின் இயைபுகளுக்கும் இயற்பியல் இயல்புகளுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. இத்தொடர்பைப் படம்-6 விளக்குகிறது. நீர்மநிலைக் கோட்டுக்கும் திண்மநிலைக் கோட்டுக்கும் இடைப்பட்ட வேறுபாடு உலோகக் கலவையின் இயைபைப் பொறுத்து மாறும். இறுதிநிலை இழுவலு, கடினத்தன்மை, மின்தடை ஆகியன பெரும நிலை அடைந்து பின்பு குறைகின்றன. ஓரினத் திண்மக் கரைசல் வகை உலோகக் கலவைகளை எளிதில் உருட்டுதல் (rolling), அடித்து உருவேற்றல் (forging), பதிய வைத்தல் (stamping) ஆகிய வழிமுறைகளுக்கு உட்படுத்தலாம். எனினும், இவற்றை வார்த்தல் எளிதன்று. இவற்றின் கம்பியாக நீட்டப்படும் தன்மையால் (ductility) எளிதில் கடைய (machining) முடிவதில்லை.

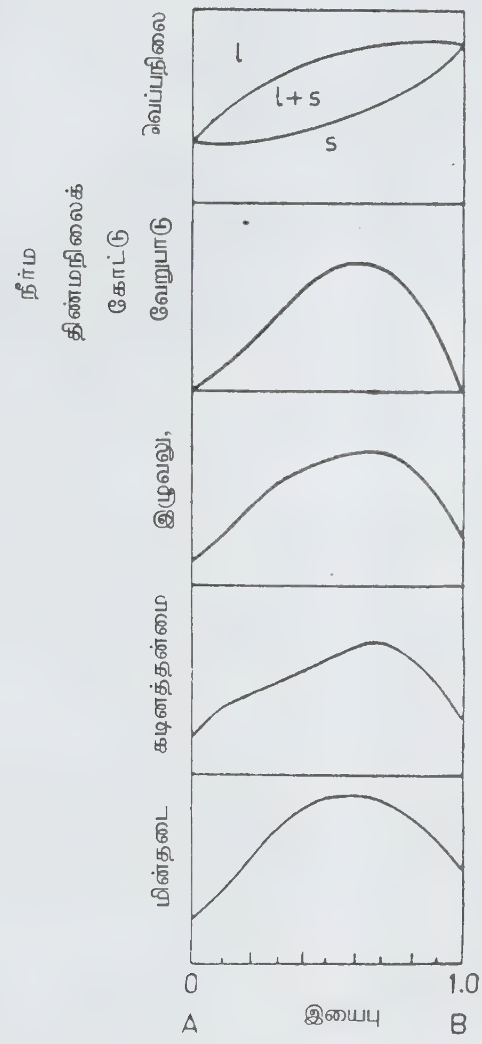
ஹியூம் - ரோத்தரி விதிகள்

இரு தனிமங்கள் தங்களுக்குள் பரந்த இயைபு வரம்பில் திண்மக் கரைசலைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும் என்றால் பின்வரும் கட்டுப்பாடுகளுக்கு உட்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

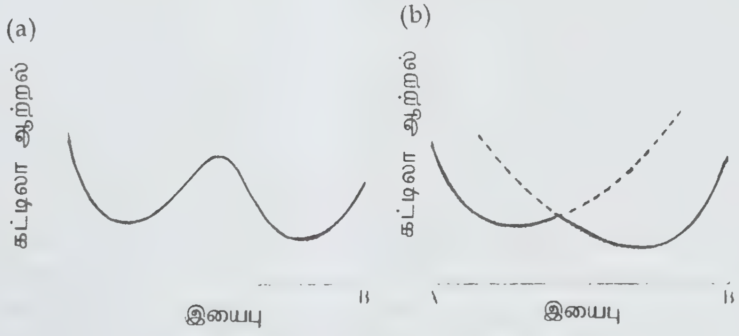
இரு தனிமங்களின் 1.குறிப்பாக உலோகங்களின் அணுக்குறுக்களவுகள் 14% க்கு மேல் வேறுபட்டிருக்கக் கூடாது; 2. இரண்டு உலோகங்களின் படிக அமைப்புகளும் ஒரே இனத்தைச் சார்ந்தவையாக இருத்தல் வேண்டும. 3. இரண்டு உலோகங்களின் இணைதிறன்களும் சமமாகவோ, அடுத்தடுத்த எண்களாகவோ இருத்தல் வேண்டும்.

4. இரண்டு உலோகங்களின் எலெக்ட்ரான் சுவர் ஆற்றல்களும் (electro negativities) நெருங்கிய எண் மதிப்புக் கொண்டிருக்க வேண்டும். இரண்டு எண் மதிப்புகளுக்கும் வேறுபாடு கூடுதலாக இருந்தால், இரண்டு உலோகங்களும் இணைந்து சேர்மத்தை உருவாக்கும் வாய்ப்புத் தோன்றும்.

முதல் மூன்று விதிகளும் படிக உள்ளமைப்பில் கோணல் தோன்றுதல், படிக அமைப்புக் குலைதல், நிறைவுறாப் பிணைப்புகள் தோன்றுதல் ஆகியவற்றால் ஏற்படக்கூடிய உள்ளுறை வெப்பத்தின் (enthalpy) உயர்வை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. உள்ளுறை வெப்பம், உயருமாயின், திண்மக் கரைசல் தோற்றத்தில் ரௌல்ட் விதியின் கூற்றிலிருந்து அதாவது நல்லியல்பிலிருந்து உயர்வகை விலகல் (positive deviation) ஏற்படும். ஹியூம்-ரோத்தரி விதிகளுக்கு ஆய்வுச் சான்றாகச் சில உண்மைகளைக் குறிப்பிடலாம். பக்கமையக் கனசதுர அமைப்புக்கொண்ட நிக்கலை இரும்பில் புகுத்தினால், இரும்பின் FCC வகைத் திண்மக் கரைசலின் நிலைத்தன்மை உயர்ந்து, அதன் BCC வகை நிலைத்தன்மை குறைகிறது. மாறாக, பொருள் மையக் கனசதுர அமைப்புக் (BCC) கொண்ட


வெப்பநிலை
l
l+s
s
நீர்ம
திண்மநிலைக்
கோட்டு
வேறுபாடு
இழுவலு,
கடினத்தன்மை
மின்தடை
0
1.0
A
இயைபு
B

படம்-6


(a)
கட்டிலா ஆற்றல்
இயைபு
(b)
கட்டிலா ஆற்றல்
இயைபு

படம் 7

குரோமியத்தை இரும்பில் கரைத்தால், இரும்பின் BCC திண்மக் கரைசலின் நிலைத்தன்மை வரம்பு விரிவடைந்து FCC வரம்பு ஒடுங்குகிறது. இந்நடத்தையைப் பொதுவானதாகக் கருதுவது எளிதன்று. எனினும், டைட்டேனியம், சிர்கோனியம் ஆகிய உலோகங்களும் இரும்பைப் போன்றே தாக்கமடைகின்றன. ஹியூம்-ரோத்தரி விதியின் கிளைத்தோற்றமான வெகார்டு விதியின்படி ஒரு நல்லியல்பு கொண்ட திண்மக் கரைசலின் அலகு கொள்ளளவுப் (unit cell) பரிமாணங்கள் கரைபொருள் செறிவுக்கு நேர்விகிதத்திலுள்ளன.

உலோகக் கலவைகள், பீங்கான்-களிமண் வகைப் பொருள்கள் (ceramics), கட்டுமானப் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் பல இயல்புகள் திண்மக் கரைசல்களைப் பொறுத்தனவாகும். எஃகு கடினப்படுத்தலும், தோய்த்தலும் (tempering) புறவேற்றுமை வடிவங்களைக் கொண்ட இரும்பில் கார்பன் கரைந்து திண்மக் கரைசல்களை உருவாக்குவதை அடிப்படையாகக் கொண்ட பயன்மிகு வழிமுறைகளாகும். உயர்வெப்பநிலைகள் நிலைத்தன்மை கொண்ட Fe-C திண்மக் கரைசல்கள் கடினத்தன்மை மிக்கவை. இக்கடினத்தன்மையை நிலைப்படுத்துவதற்கு ஏற்ற இயைபுகளையும், வெப்பநிலைகளையும் நிலைமை வரைபடங்களிலிருந்து அறிந்து கொள்ள வேண்டும். எஃகை எண்ணெயிலோ, நீரிலோ திடீரென அமிழ்த்திக் குளிர்விக்க வேண்டும். இதனால் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் நிலைத்தன்மை கொண்ட திண்மக் கரைசல் உருவாவதற்கு நேரம் போதாமையால் வாய்ப்புக் குறைகிறது. இந்த எஃகு பொருளை மீண்டும் சற்றே சூடுபடுத்தினால் குறை வெப்பநிலையில் நிலைத்தன்மை பெறும் மென்மையான திண்மக் கரைசலாகப் பகுதி மாற்றம் நிகழ்கிறது. இவ்வழிமுறையில் எஃகில் வெவ்வேறு அளவுக்குக் கடினத்தன்மை ஏற்றப்படுகிறது.

மண்டலத் தூய்மிப்பு (zone refining) எனும் அண்மைக்கால உத்தியில் திண்மக் கரைசல் உருவாதல் சிறப்பிடம் பெறுகிறது. இவ்வுத்தியைப் பயன்படுத்திக் குறை கடத்தி போன்ற மின்னணுவியல் பொருள்களைச் செவ்வனே உயர்நிலைக்குத் தூய்மைப்படுத்தலாம். தூய்மைப்படுத்த வேண்டிய ஒரு பாளத்தைக் கிராஃபைட் கலத்திலோ, மூடப்பட்ட குவார்ட்ஸ் குழாயிலோ வைத்து உலையிலிட வேண்டும். பல குறுகிய வெப்ப மண்டலங்களை ஒரு தூண்டு வெப்பச் சுருளைக் கொண்டு உருவாக்கலாம். தூய்மைப்படுத்தப்பட வேண்டிய குறைகடத்தி ஜெர்மனியமானால் மந்த வளிமச் சூழ்நிலை தேவை. தூண்டு வெப்பச் சுருள் தூய்மையாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு இட்டுச் செல்லப்படுகிறது. வெப்பமூட்டும் அமைப்பு இருக்கும் இடத்தில் குறைகடத்தி நீர்ம நிலையிலுள்ளது. நீர்ம நிலைப் பொருள் மாசுப் பொருளையும் எடுத்துச் செல்கிறது. பின்னர் திண்மமாகும் பொருள் தூய்மையடைகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். J.C. Anderson, K.D. Heaver, J.M. Alexander andR.D. Rawlings, *Materials Science*, Second Edition, ELBS and Nelson, Surrey 1974; P.A. Trouton and V.J.Colangalo, *Fundamentals of Engineering Materials*, Prentice-Hall, New Jersey, 1985.

திண்மக் கழிவு மேலாண்மை

பயிர்களைப் பதனிடும்போது ஏற்படும் கழிவு, காடுகளிலிருந்து கிடைக்கும் கழிவு, வேளாண் சார்பு தொழிற்கூடங்களிலிருந்து ஏற்படும் கழிவு, ஏனைய தொழிற்சாலைகளிலிருந்து ஏற்படும் கழிவு, ஆடு, மாடு, கோழி, பன்றி ஆகிய கால்நடைகளிலிருந்து ஏற்படும் கழிவு, நகராட்சிக் கழிவு எனத் திண்மக் கழிவுகளை வகைப்படுத்தலாம்.

இந்தியாவில் ஓராண்டில் 200 மில்லியன் டன் வேளாண்மைக் கழிவு கிடைப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. காட்டு மரக்கிளை, சருகு இலை ஆகியவை 30 மில்லியன் டன் அளவில் உற்பத்தியாகின்றன. இக்கழிவுகள் முழுமையாகப் பயன்படுத்தப்படாமைக்கான காரணங்களாவன:

சிறிய தொழிற்சாலைகள் மிகுந்துள்ளமையால் கழிவுகளைச் சேகரிப்பது கடினமாகிறது. காய்கறி, கனி ஆகியவற்றின் கழிவுகள் அனைத்துப் பருவத்திலும் கிடைப்பதில்லை. பல்வேறு பண்புகளைக் கொண்ட இக்கழிவுகளைப் பயன்படுத்தத் தேவையான தொழில் நுட்பங்களும் பல வகைப்படும். எனவே, அனைத்துக் கழிவுகளையும் பயன்படுத்தும் வகையில் ஒரு தொழில் நுட்பத்தை உருவாக்க முடிவதில்லை. மேலும் இக்கழிவுகளின் இயற்பிய வேதி பண்புகள் பல்வேறுபட்டவை எனவே, இவற்றைப் பயன்படுத்தப் பல்வேறு தொழில் நுட்பங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இக்கழிவுகளிலிருந்து பெறப்படும் பொருள்களை ஏழு வகைப்படுத்தலாம். அவையாவன: தொழிற்கூட வேதிப் பொருள், எண்ணெய் மற்றும் கொழுப்புப் பொருள், புரத உணவுப் பொருள், கால்நடை மற்றும் கோழித் தீவனம், காகிதம் மற்றும் காகித அட்டை, கரிம உரம், எரிபொருள் ஆகும்.

பயன்படு பொருள்கள்

தொழிற்கூட வேதிப் பொருள்கள்	திண்மக் கழிவுகள்
ஆக்சாலிக் அமிலம்	சர்க்கரைக் கழிவு, மரத்தூள், அன்னாசிக் கழிவு
சிட்ரிக் அமிலம்	சர்க்கரைக் கழிவு, சிட்ரஸ் கழிவு, பருத்தி இலை
பெக்டின், சைடர்	ஆப்பிள் கழிவு, அன்னாசிக்கழிவு, சிட்ரஸ் கழிவு
ஸ்டீரால், டிரைடெர்பின்	வாழைப் பழத்தோல்
மாவு	வாழைத் தண்டு
எரிசாராயம்	சர்க்கரைக் கழிவு, பழக்கழிவு
ஃபர்ஃபியூரால்	கரும்புச் சக்கை, சோளத்தண்டு, நெல் உமி,கோதுமைத்தாள், மக்காச்சோளத் தக்கை, தேங்காய் ஓடு, கோகோ தோல், சூரியகாந்தி விதை உறை,முந்திரிக்கழிவு, சணல் தண்டு.
கிளர்வூட்டப்பட்ட கரி	தேங்காய் ஓடு, நெல் உமி, நிலக்கடலைத் தோல், புளியம்பழ விதை,கரும்புச்சக்கை, மூங்கில், சணல் தண்டு
பசை	புளியம்பழ விதை, குருதிக் கழிவு, தேங்காய் ஓடு, தேயிலைக் கழிவு
டானின்	முந்திரிக் கழிவு
நிக்கோடின் சல்ஃபைடு	புகையிலைக் கழிவு
வெப்பங்கடத்தாப் பொருள்	பாக்குக் கழிவு, தேங்காய் நார்க் கழிவு நெல் உமி
சிலிக்கா மாவு	நெல் உமி
சாயப் பொருள்	எலும்பு

எண்ணெய் மற்றும் கொழுப்புப் பொருள்

சமையலுக்கு உதவா எண்ணெய்	வேப்ப விதை, சால் விதை, காஃபி விதை, புகையிலை விதை, ரப்பர் விதை
மண்ணெண்ணெய்	ஆரஞ்சுக் கழிவு
பிற மூலங்கள்	அரிசித் தவிடு, பருத்தி விதை, கொழுப்பு, மாங்காய் விதை
புரத உணவு	பயிர்களின் தாள், தண்டு, நெல், உமி, ஓடு, நார்க் கழிவு
கால்நடை உணவுத் தாவரம்	பயிர்களின் தாள், தண்டு, மரவள்ளிக் கிழங்கு இலை, நீர்க் களை
காடு	இலை, செடி, புல், சால்விதை, மல்பெரி இலை, தண்டு
கனி, காய்கறிகள்	சிட்ரஸ், மாங்காய், அன்னாசி, வாழை, தக்காளி, உருளைக்கிழங்கு, பயறுகள்
சர்க்கரைக் கழிவு	கரும்புச் சக்கை, சர்க்கரைக் கழிவு
இறைச்சிக் கழிவு	குருதிக் கழிவு, இறைச்சித் துண்டு, கல்லீரல் கழிவு

காகிதம் மற்றும் காகித சட்டை

காகிதம்	கரும்புச் சக்கை, சணல், பருத்தித் துண்டு, மூங்கில், சோளத்துண்டு, மக்காச்சோளத் தக்கை, நெல் மற்றும் கோதுமை தாள், தேங்காய் ஓடு, பருத்திக் கழிவு, கொட்டை முத்துக் கழிவு, பாக்குக் கழிவு, தேங்காய் நார்க் கழிவு, நீர்த் தாவரம்
காகித அட்டை	கரும்புச் சக்கை, பயிர்களின் தண்டு, தோல், பருத்தி நார், சணல் தண்டு,
தேங்காய் ஓடு,	தேங்காய் நார்க் கழிவு பாக்குக் கழிவு, முந்திரிக் கழிவு, மரத்தூள், வாழைத் தண்டு

கரிம உரம்

வேளாண் சார்பு தொழிற்கூடக் கழிவு	கனி, காய்கறிக் கழிவு, புகையிலைக் கழிவு, பிண்ணாக்கு, சர்க்கரைக் கழிவு, மரத் தூள், தேங்காய் நார்க் கழிவு, தானியங்களின் தோல்
கால்நடைக் கழிவு	கால்நடைகளின் சிறுநீர், சாணம், கோழிப் புழுக்கை, இறைச்சிக் கடைக் கழிவு, மீன் கழிவு
மனிதக் கழிவு	நகராட்சிக் கழிவு
எரிபொருள்	பயிர்களின் தண்டு, தோல், மரக் கழிவு, கா.ஃபி கழிவு, கால்நடைக் கழிவு, மனிதக் கழிவு, நீர்த்தாவரம்

- மா. சிங்காரவேலு

திண்மக்கூழ்

திண்மத்தையும் நீர்மத்தையும் உள்ளடக்கிய, ஒளி புகவிடவல்ல கூழ்ம அமைப்பைக் கொண்டது திண்மக் கூழ் (jelly) ஆகும். பொதுவாக, திண்மக்கூழ்நிலையில் திண்மத்தின் விழுக்காடு மிக மிகக் குறைவாகும்.(திரிந்த குருதியில் இரும்பு ஆக்சைடின் விழுக்காடு 2-5 ஆகும்) இரும்பு, அலுமினியம், மாங்கனீஸ், குரோமியம் ஆகியவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகள் திண்மக்கூழ்களை உள்ளடக்கியவை. மிக அதிகப் பருமளவான இந்த ஹைட்ரான்சைடுகளின் வீழ்படிவுகள் உலர்த்தப்பட்ட பின்னர் மிகமிகக் குறுகிய பருமனளவு கொள்கின்றன. உலர்ந்த திண்மக்கூழ்களை வடகங்கள் (zerogels) என்பர். தக்க கரைப்பானுடன் கலக்கப்படுகையில் சில வடகங்கள் மீண்டும் திண்மக்கூழ்களாகின்றன. கரைப்பான் ஒதுக்கும் திண்மக்கூழ்கள் (lyophobic gels) தயாரிப்புக்கு வினைப்பொருள் செறிவு கூடுதலாகக் கொண்ட இரட்டைச் சிதைவு வினை நிகழ்த்தப்படுகிறது. வினைப் பொருள்களை விரைவாகக் கலந்து குலுக்கினால், ஒளி புக விடும் திண்மக்கூழ்கள் உருவாகின்றன. கரைசல்களை மிகை பிரிகையால் திரித்தல், கரைசல்களிலிருந்து பிரிகை ஊடகத்தை ஆவியாக்கல் மூலம் பிரித்துச் செறிவூட்டுதல் ஆகிய முறைகளால் திண்மக்கூழ்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. கரைப்பான் ஒதுக்கும் திண்மக்கூழ்கள் கனிம வகையைச் சார்ந்தவை.

பெரும்பாலும் கரிம வகையிலான கரைப்பான் ஏற்கும் திண்மக்கூழ்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக ஊன்பசை, அகர்-அகர் ஆகியவற்றைக் கூறலாம். உயர் வெப்பநிலைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட கரைசாலைத் குளிர்விப்பதனாலும் காற்றில் உலர்த்தப்பட்ட கூழை நீரில் அமிழ்த்தி பருக்கச் செய்தும் திண்மக்கூழினை உருவாக்க முடியும். கரைசால் கூழாக இறுகுதல் என்பது இறுகும் நேரம், இறுக்கம் நிகழும் வெப்பநிலை, இறுகுவதற்கு ஏற்ற பொருட் செறிவு, பாகு தன்மை அதிகரிக்கும் விரைவு ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்தமைகின்றது. கரைசால் கூழாகக் கெட்டிப்படும் செயலில் வெப்ப உமிழ்தலோ, உறிஞ்சுதலோ மிகக் குறைவாகும். இத்தோற்றத்தைச் சமவெப்பநிலைக் கரைசால் கூழ் மாற்றம் எனலாம்.

கரைசால்களை நீண்ட நேரம் வைத்திருப்பதால் அவை களியாக மாறலாம். இந்நிலை கட்டித் தட்டிப் போதல் (thixtropy) எனப்படும், சில கரைசால்களைக் குலுக்கி னாலோ, கலக்கினாலோ களிநிலை அடையும். இதனைப் பாய்ம மறைவு (rheopexy) என்பர்.

திண்மக்கூழ் அமைப்பைத் தேன்கூட்டு கொள்கை, மூலமும் துருகுக் கொள்கை மூலமும் விளக்கலாம். தேன்கூட்டுக் கொள்கைப்படி தொடர்ச்சியான நிலைமை திண்மமாகும். இதில் சிதறியுள்ள (தொடர்பிலா) நிலைமை நீர்மமாகும். திண்மத்திலுள்ள நுண் துளைகளில் நீர்மம் அடைப்பட்டுள்ளது. துருசுக் கொள்கையில் நீர்மம் தொடர்ச்சியான நிலைமையாகக் கருதப்படுகிறது.

ஒரு திண்மக்கூழ் தக்கதொரு நீர்மத்தில் அமிழ்த்தப்பட்டால், தன் பருமனைப் போல் பல மடங்கு நீர்மத்தை உறிஞ்சக்கூடும். இப்பருத்தல் நிகழ்ச்சி உள்ளீர்த்தல் (imbibition) எனப்படும். இந்நிகழ்வு, அயனிகளால் பெரிதும் பாதிக்கப்படும். சில திண்மக்கூழ்ச் சேமிப்புக் கலனில் வைத்திருக்கும்போது அது நீர்மத்தைக் கசிவாக வெளியேற்றும். திண்மக்கூழ் நீர்மக் கசிவுறல் (synerisis) எனும் இந்நிகழ்ச்சி சிலிக்கா, ஊன்பசை, அகர்-அகர் கூழ்களில் காணப்படுகிறது.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

திண்மச் சிறைகள்

குறை கடத்திகளும், கடத்தாப் பொருள்களும் இயக்கத்தி லுள்ள எலெக்ட்ரான்களை உட்கவர்வதால் ஏற்படும் குறைபாட்டை எலெக்ட்ரான் சிறைப்படல் (traps) என்பர். எலெக்ட்ரான் செயற்பாடு கொண்ட அனைத்துத் திண்மபொருள்களிலும் ஆற்றலைச் சேர்த்து வைப்பதற்கான அடிப்படை முறை, எலெக்ட்ரானைச் சிறைப்படுத்தலாகும். எலெக்ட்ரான் உட்கவரப்படுவதால், அதன் இயக்கத்தைத் தடைசெய்து, துளையுடன் மறு இணைப்புக் கொள்ளவிடாமல் தடுக்கிறது. வெப்ப ஆற்றலோ ஒளியாற்றலோ கொடுக்கப் படும் போது மட்டுமே, சிறைப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேற இயக்கம் பெறும். இவ்வாறு இயக்கத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் துளையுடன் மறு இணைப்புக் கொள் கின்றன. இதுவும் ஒரு வகையான குறைபாடேயாகும். இது குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் சிறையாகவும் அமைகிறது.

திண்மப் பொருளை வெளிப்படுத்துவதன் மூலம் சிறைப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றலாம். சிறைகள் ஒளி கடத்தலிலும், ஒளிர்தலிலும், புகைப்படத் தொழிலிலும் இன்றியமையாமை பெறுகின்றன. மறு இணைப்பு மையங்கள் மட்டும் கொண்ட பருப் பொருள்களில் பெரும்பான்மை மின்னூட்டக் கடத்திகளின் வாழ்காலம், சிறுபான்மை மின்கடத்தியின் வாழ்காலத்தை விட மிகுதியாகும். சிறைப்படுத்து மையங்களும், மறு இணைப்பு மையங்களும் கொண்ட பருப் பொருள்களில் கட்டுப்பாடற்ற கடத்திகளின் எண்ணிக்கையை விடக் குறைவாக இருக்கும். நகர் வேகத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு சிறைப்படு விளைவை விளக்கலாம்.

கிளர்ச்சியூட்டம் நிறுத்திய பின் ஒளி மின்னோட்டச் சிதைவு நேரத்தை அளவிடுவதன் மூலம் சிறைப்படு விளைவை ஆராயலாம். கட்டுப்பாடற்ற கடத்திகளின் அடர்த்தி, சிறைப்பட்ட கடத்திகளின் அடர்த்தியைவிட மிகுந்துள்ள சிறைப்படு மையங்கள் கொண்ட பருப் பொருள்களில் ஒளி மின்னோட்டச் சிதைவு நேரம், கடத்தியின் வாழ்காலத்திற்குச் சமமாகும். ஆனால் கட்டுப்பாடற்ற கடத்திகளின் அடர்த்தி, சிறைப்பட்ட கடத்திகளின் அடர்த்திக்குச் சமமாகவோ குறைவாகவோ இருந்தால், வெப்ப ஆற்றலால் சிறையிலிருந்து வெளிப்படும் கடத்திகள் சிதைவுற நீண்ட நேரம் எடுத்துக்கொள்ளும். சிறைப்பட்ட கடத்திகளின் அடர்த்தி மிக அதிகமாக இருந்தால் மின்னோட்டச் சிதைவு வெளியேறும். கடத்திகளின் எண்ணிக்கையால் அறுதியிடப்படும் பருப்பொருள்களில் சிறைகள் அமைந்துள்ளமையால் ஒளிமின் கடத்திகளின் உணர்திறன் குறைகிறது.

எலெக்ட்ரான் - துணை இரட்டைகளின் நேரடிக் கிளர்ச்சியூட்டல், மறு இணைப்புக் காரணமாகக் குறை கடத்திகள் ஒளியை உமிழ்கின்றன. நேரடி மறு இணைப்பு மிக வேகமுடையது. சராசரி வாழ்காலம் 10^{-8} நொடியைவிடக் குறைவாகும். ஆகவே கிளர்ச்சியூட்டத்திற்குப் பின் 10^{-8} நொடியில் ஃபோட்டானின் உமிழ்வு நின்று விடுகிறது. சில பொருள்களில் ஒளிர்தல் நீண்ட நேரம் நிலைத்திருக்கும். இவற்றின் பட்டை இடைவெளியில் உள்ள மாசு எலெக்ட்ரான்களைச் சிறைப்படுத்துகிறது. இது ஆற்றல் இடைவெளியைவிட மிகுதியான ஆற்றல் கொண்ட ஃபோட்டான்களை உட்கவர்ந்து எலெக்ட்ரான் - துளை இரட்டையைத் தோற்றுவிக்கிறது.

கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட எலெக்ட்ரான், சிதைவு காரணமாக அணிக்கோவைக்கு ஆற்றலைக் கொடுக்கிறது. மாசு மட்டங்களால் சிறைப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்ச்சியூட் டப்படும் வரை, சிறைப்பட்ட நிலையிலேயே அமையும். வெப்ப ஆற்றல் கொண்டு இதைக் கிளர்ச்சியூட்டலாம். சிறையிலுள்ள வெப்ப மறு கிளர்ச்சியூட்ட நிகழ்வு குறைவாக இருந்தால் கிளர்ச்சியூட்டலுக்கும், மறு இணைப்பிற்கும் இடையே உள்ள கால நீட்டிப்பு நேரம் மிகும். மறு இணைப்பிற்கு முன் எலெக்ட்ரான் பலமுறை சிறைப்பட்டால் கால நீட்டிப்பு மேலும் அதிகமாகும். சிறைப்படல் நிகழ்வு மறு

இணைப்பு நிகழ்வைவிட மிகும்போது இறுதியாக மறு இணைப்பு அடையுமுன் பலமுறை சிறைப்படும். இவ்வகையில் நீண்ட நேரத்திற்கு நின்றொளிர்தல் நடைபெறும். வெளிவரும் ஒளியின் நிறம் கலக்கப்படும் மாசைச் சார்ந்துள்ளது. இது வண்ணத் தொலைக்காட்சி அமைப்பதில் பயன்படுகிறது.

- ஏ. சுந்தரவேலுசாமி

திண்மத் திவலையாக்கல்

நீர்மத்தைத் தெளித்தல் வாயிலாக உலர்த்திப் படிகமாக்கும் வழிமுறைக்குத் திண்மத் திவலையாக்கல் (prilling)என்று பெயர். ஒரு கோபுர உச்சியிலிருந்து நீர்மத் துளிகளைத் தெளித்து, அவற்றை எதிரோட்டத்தில் பாயும் காற்றுடன் மோதச் செய்கையில், நீர்மத் திவலைகள் சிறுதிண்மக் கோளங்களாகின்றன. இவற்றைத் திண்மத் திவலைகள் (prills) என்பர். இங்கு உலர்தல், படிகமாதல், கூழ்த் தோற்றம் (cougulation) ஆகிய மூன்று ஒருமச்செயல்முறைகளும் நிகழ்கின்றன.குறைந்த பாகுநிலை, குறைந்த உருகுநிலை, உயர்புறப் பரப்பு விசை ஆகியன கொண்ட அம்மோனியம் நைட்ரேட், யூரியா ஆகிய உரப் பொருள்கள் திவலை வடிவிலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. இப்போது பாகு போன்ற கூழ்நிலைப் பொருள்களும் இவ்வுத்திச் செம்மையாக் கப்பட்டுள்ளது.

திவலை வடிவில் உருவாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் இயற்பியல் தன்மைகளை (உருகு நிலை, பாகுத் தன்மை, புறப்பரப்பு விசை ஆகியன) ஆராய்ந்து, ஆய்வக அளவில் தெளிப்பு நிகழ்த்தி, பின்பு ஏற்ற வெப்ப நிலை அழுத்தம், துளையளவு ஆகியவற்றை நிறுவ வேண்டும். நீர்மத்தைப் பீச்சுவதற்கு எத்துணைக் கூர்நுனிக் குழாய்கள் (nozzles) தேவை என்பதைப் பொறுத்துக் கோபுரத்தின் குறுக்களவு தீர்மானிக்கப்படுகின்றது. கோபுரத்தின் உயரத்தைத் தீர்மானிக்கும் முதன்மைக் கூறு திவலைகளின் வெப்பப் பரிமாற்ற இயல்பாகும். திவலை வடிவ அம்மோனியம் நைட்ரேட் தயாரிப்பில் கோபுர உயரம் ஏறத்தாழ 50 - 60 மீ. இருக்கும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

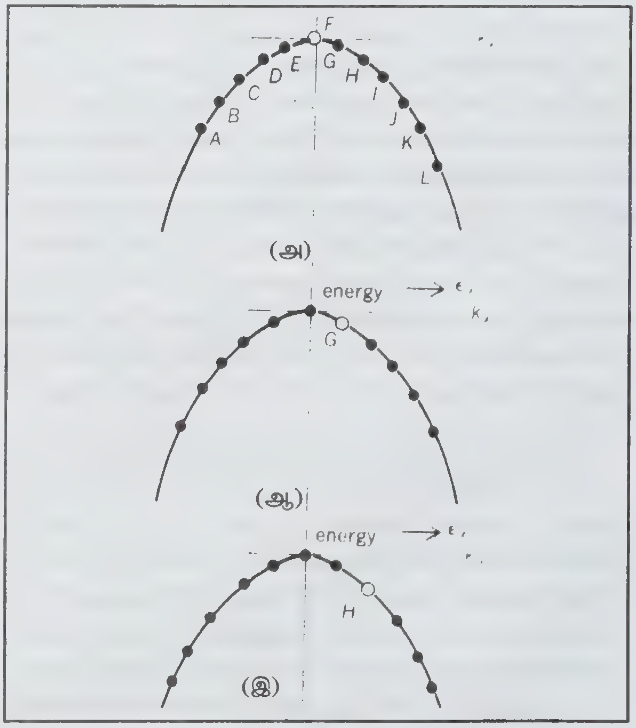
துணைநூல். Robert H. Perry and Ceril H.Chilton, *Chemical Engineer Hand Book,* Fifth Edition, McGraw-Hill, Kogakusha, Tokyo, 1973.

திண்மத் துளைகள்

ஒரு திண்மத்தில் ஆற்றல் பட்டைக்கு மேற்பகுதிக்கு அருகிலுள்ள வெற்றிட எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகள் துளைகள் (holes) எனப்படும். ஒரு முழு பட்டை மின்னோட்டத்தைக் கடத்த இயலா முழுதும் நிரப்பப்பட்டு இதன் பெரும ஆற்றலின் அருகிலுள்ள ஒரு சில நிரப்பப்படாத நிலைகள் மின்னோட்டத்தை கடத்தும். முழுதும் நிரப்பப்பட்ட பட்டை மின்னோட்டத்தைக் கடத்த இயலாது. ஒரு பட்டையில் சில நிரப்பப்படா நிலைகள் இருக்கும்போது இதன் பெரும ஆற்றலின் மின்னோட்டத்தில், மின்னோட்ட ஊர்திகள் (charge carriers) நேரின மின்னோட்டம் (positive charge) பெற்றிருக்கும். இதைச் செயலறு பொருண்மையின் (effective mass) வரையறையிலிருந்து தெளிவாக அறியலாம். ஆற்றல் பட்டை E (k) என்னும் சார்பால் குறிப்பிடப்படுகிறது. K என்பது $\vec{K}$ என்னும் அலை வெக்டரின் மதிப்பாகும். கோளகப் பட்டைக்கான (spherical band) செயலறு பொருண்மையின் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப் படுகிறது.

$$m^* = h^2\left(\frac{\partial^2 E}{\partial K^2}\right)^{-1}$$

இங்கு $h = \frac{h}{2\pi}$ பிளாங் மாறிலி ஆகும். பட்டையின் பெருமத்திற்கு அருகில் ஆற்றலின் இரண்டாம் வகைக்கெழு (derivative) எதிரினமாக (negative) உள்ளது. செயலறு பொருண்மை எதிரினமாக உள்ள நிலைகளே துளை நிலைகள் (hole status) என்று வரையறுக்கப்படும். இந்நிலையிலுள்ள ஊர்திகள் வெளிப்புற மின்காந்தப் புலத்தின் செயற்பாட்டால் நேரின மின்னூட்டத்தைப் பெறுகின்றன.



துளை கடத்துமையின் செயல்முறைகள்

(அ) நேரம் t=0 என இருக்கும் போது ஆற்றல் நிலை F ஐத் தவிர A இலிருந்து L வரை அனைத்தும் நிரம்பியுள்ளன.

(ஆ) Ex என்னும் மின்புலம் + x திசையில் உண்டாக்கப் படுகின்றது. -Kx திசையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் மீதான விசை, -Kx திசையிலுள்ள எலெக்ட் ரான்களுடன் நிலைமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இது துளையை Gக்கு நகர்த்துகிறது.

(இ) அடுத்த இடைவெளியில் எலெக்ட்ரான் முன்னோக்கி நகர்வதால், துளை H இல் ஏற்படுகிறது.

இந்த அமைப்பின் கடத்துமைச் செயற்பாட்டைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம். நிரப்பப்படா எலெக்ட்ரான்கள் குதிப்பதால், எலெக்ட்ரான்கள் செயற்படுத்தப்பட்ட மின்புலத்திற்கு எதிராக நகரும். இது நிரப்பப்படாநிலையை நகர்த்துகிறது. கடத்துமை எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது துளைகள் இவற்றில் எதனால் ஏற்படும் என்பது சோதனையிலிருந்து ஹால் மின்னியக்கவிசை (Hall emf) மூலம் கண்டறியப்படுகின்றது. காந்தப்புலம் மின்னோட் டத்திற்குச் செங்குத்தாக மின்னியக்குவிசையின் குறி, ஊர்திகளின் மின்னூட்டத்தைப் பொறுத்ததாகும்.

துளை கடத்துமை பல குறை கடத்திகளில் குறிப்பாக ஜெர்மேனியம், சிலிக்கான் போன்றவற்றில் இன்றியமை யாததாகும். குறை கடத்திகளில் கடத்துமை துகளைப் பொறுத்தமைந்தால் p- வகை எனக் குறிப்பிடப்படும். துளை கடத்துமை இரும்பு, குரோமியம் போன்ற உலோகங்களிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அலுமினியம், பிஸ்மத் போன்ற உலோகங்களில் துளைகள் எலெக்ட்ரான்கள் ஆகிய இரண்டும் சம நிலையில் உள்ளன.

- பெ. துரைசாமி

திண்ம நிலை இயற்பியல்

இது திண்ம நிலைப் பொருள்களின் இயற்பியல் பண்புகளைப் (solid state physics) பற்றிய பிரிவாகும். திண்மநிலை இயற்பியல் பொதுவாகப் படிக வகைப் பொருள்களின் பண்புகளைப் பற்றியது. படிக வகைப் பொருள்களில் அணுக்கள் முப்பரிமாணமுள்ள அணிக்கோவையில் வரிசையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் படிக அமைப்பற்ற கண்ணாடிகள் அல்லது பல்லுறுப்பியின் பண்புகளையும் இப்பகுதி ஆராய்கிறது. கண்ணாடி சீரமைவு அற்ற முப்பரிமாண அமைப்பாகும். பல்லுறுப்பி நீண்ட மூலக் கூறுகளின் இணையான கற்றைகளால் ஆனது. இது சில வரையறைகளில் படிக அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். திண்மங்கள் விசைக்கு ஆட்படும் போது விறைப்புத்தன்மை பெறும். இவ்விசைகளால் ஏற்படும் திரிபு பெரும்பாலும் நேர் எதிர்பண்பாகவே அமையும். சில நேரங்களில் நிலையான சுமை விசையால் பாகுநிலை இயக்கத்திற்கு உட்படும்.

வளர்ச்சி. திண்மநிலை இயற்பியலின் வளர்ச்சி பல நிலைகளைக் கடந்து முன்னேறியுள்ளது. அவை புற அமைப்புப் பண்புகள், அணிக்கோவைக் கொள்கை, அணிக் கோவை மாதிரிகள், அணுக் கொள்கையைக் குறைபாடற்ற படிகங்களுக்கு பயன்படுத்துதல், படிகங்களின் குறைபாடு களுக்கான கொள்கை வளர்ச்சி முதலியனவாம்.

சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் அணிக்கோவைக் கொள்கையின் வளர்ச்சி தொடங்கியது. முதலாம் உலகப்போருக்கு முன் அணிக் கோவைக் கொள்கை தெளிவற்றதாய் இருந்தது. பின்னர் படிக அணுக்களில் எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விளைவு நிகழ்வு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னரே இக்கொள்கை முழுமையடைந்தது. சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் அணுக் கொள்கை, படிகங்களின் பண்புகளைத் தோராயமாகக் கண்டறியப் பயன்பட்டது. பின்னர் 1925, 1928 இல் இக்காலக் குவாண்டம் இயக்கவியல் அல்லது அலை இயக்கவியல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னரே இது நன்கு வளர்ச்சியுற்றது. 1925இல் தொடங்கிய படிகக் குறைபாடுகளின் சீரான ஆராய்ச்சி 1945 வரை முழுமையடையவில்லை.

படிக வகைப்பாடு. படிகங்களின் மின்னியல், ஒளியியல் பண்புகளைக் கொண்டு ஆராய்ந்தால், அவற்றை நற் கடத்திகள், கடத்தாப் பொருள்கள் என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். உலோகங்கள் அனைத்தும் நற்கடத்தி ஆகும்.

படிகங்கள், கடத்தாப் பொருளுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். கடத்தாப் பொருளுக்கும் நற்கடத்திகளுக்கும் இடைப்பட்ட பண்புள்ள பொருள்கள் குறைகடத்தி எனப்படும்.இது மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் கடத்தாப் பொருளாகவும், அறை வெப்பநிலை அல்லது உயர்ந்த வெப்பநிலையில் நடுத்தரமான மின்கடத்தும் பண்பினைப் பெற்றதாகவும்

அமையும். குறை வெப்பநிலையில் மின்சாரத்தைக் கடத்துவதற்குத் தேவையான கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்கள் இல்லாமையால் அவை கடத்தாப் பொருள்களாக உள்ளன. உயர் வெப்பநிலையில் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்கள் தோன்றுவதால், இவை மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றன.

வேதிப் பண்பிணைக் கொண்டு பொருள்களை உலோகப் படிகங்கள், அயனிப் படிகங்கள், கடுகைப் படிகங்கள், மூலக்கூற்றுப் படிகங்கள் எனப் பகுக்கலாம்.

உலோகப் படிகங்கள் மின்சாரத்தையும், வெப்பத்தையும் நன்கு கடத்தக்கூடிய நற்கடத்திகள். இவற்றின் பிணைப்பாற்றல் மிகுதி. தூய உலோகங்கள் அவற்றின் அணுக்களுக்குச் சம அளவு அணுக்களைக் கொண்ட உலோகங்களுடன் கலப்பு உலோகங்களை உருவாக்கும். மக்னீசியம், அலுமினியம் போன்றவை இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. அயனிப் படிகங்களில் நேர், எதிர் மின்னூட்டமுள்ள அயனிகள் விதிப்படி இணைந்து மின்னூட்டமற்ற சீரான கட்டமைப்பை உருவாக்கும். சோடியம் குளோரைடு மூன்றாவதாகக் கூடுகைப் படிகங்களில் அணுக்களுக்கிடையே எலெக்ட்ரான்கள் பகிர்ந்து கொள்ளப்படுவதால் கடுமைப் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. வைரப் படிகம், சிலிகான் கார்பைடு, போரான் கார்பைடு போன்றவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும். நான்காவதாக மூலக்கூறின் படிகங்களில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே செயல்படும் வான்டர்வால் விசைகளால் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், கார்பன்டை ஆக்சைடு படிகங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை.

ஆராய்ச்சிப் பிரிவுகள். திண்மங்களின் இயற்பியல் ஆராய்ச்சியின் பயன், அணுக்கருக் கொள்கையின் பல பண்புகளை விளக்குவதேயாகும். மீட்சித்தன்மையுள்ள, மீட்சித்தன்மையற்ற பண்புகள், எலெக்ட்ரான் மின் கடத்துகை, மின் கடத்துதல், மீஹால் விளைவு, வெப்ப மின்னியல், அயனிக் கடத்தல், மின்னாற்பகு கடத்தல், பொருள்களின் காந்தப் பண்புகள், ஒளி மின் கடத்துதல், ஒளிர்தல் போன்ற ஒளியியல் பண்புகள், அணுக்கருக் காந்த ஒத்திசைவு, எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி ஒத்திசைவு போன்றவை திண்ம நிலையியல் ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்படும். உலோகத் தொழிலியல் துறை, குறைகடத்தித் தொழிலியல் துறை, பீங்கான் தொழில் துறை, பல்லுறுப்பி வேதியியல் துறை, திண்ம நிலை மேசர்கள் போன்றவற்றில் திண்ம நிலையில் திண்மங்களின் பட்டை அமைப்புகளை ஆராய்தல், திண்மங்களின் குறைபாடுகளை ஆராய்தல் போன்றவை மேம்பட்டுள்ளன.

திண்ம நிலை இயற்பியலின் ஆராய்ச்சி இப்போது உயர்வெப்பநிலை, மின் கடத்தல் துறையில் பெரு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. நீர்ம உறீலியம் வெப்பநிலையில் பொருள்களின் மின்தடை சுழியாகும் நிகழ்வு மீ மின்கடத்தல் ஆகும். இந்த ஆராய்ச்சி படிப்படியாக வளர்ச்சி அடைந்து நீர்ம நைட்ரஜன் வெப்பநிலையிலேயே மீ மின் கடத்தல் நிகழ்வு நடைபெறும் நிலைக்கு வந்துள்ளது. மேலும் அறைவெப்ப நிலையில் மீ மின் கடத்தும் பொருள்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டால் ஆற்றல் பற்றாக்குறை முற்றிலும் நீங்கிவிடும்.

- வெ. ராதாகிருஷ்ணன்

துணைநூல். G.I. Epifanov, *Solid State Physics*, Mir Publishers, Moscow, 1979.

திண்மநிலை வேதியியல்

அணுக்கள், அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகளை ஓர் ஒழுங்கான வடிவத் தில் மீண்டும் மீண்டும் திரும்ப அமைத்து உருவகப்படுத்தும் நிலை திண்ம நிலையாகும். ஒரு திண்மத்தின் இயல்புகள் அதனுள் இடம்பெறும் உள்ளமைப்புகளான அணுக்கள், அயனிகள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றின் தன்மையையும், இத்துகள்கள் பிணைப்புற்றிருக்கும் வகையையும், அதனால் தோன்றும் எலெக்ட்ரான் தொடர்பு மாற்றத்தையும் பொறுத்து அமைகின்றன. இக்காரணிகளின் விளைவாகத் தோன்றும் தன்மைகள் நல்லியல்பு வடிவியலில் ஏற்படக்கூடிய சிறு மாற்றங்களால் தாக்கமடையக் கூடும்.

திண்மங்களைப் படிகங்கள் (பல உப்புகள்), படிக நிலையற்றவை (கண்ணாடிகள்) உலோகங்கள், அலோகங்கள், அயனிப் பிணைப்புக் கொண்டவை, சகபிணைப்பு கொண்டவை வாண்டர் வால்ஸ் மூலக்கூறிடை விசை கொண்டவை எனப் பல வழிமுறைகளில் வகையிடலாம்.

திண்மங்களுள் தன்மை வேறுபாடுகள் பரந்த அளவுக்கு வேறுபடுவதற்கு முதன்மையான காரணம் துகள்களிடை நிலவும் பிணைப்பு வகை களில் தோன்றும் வேறுபாடேயாகும். திண்ம வகையீட்டைக் கண்ணுக்குப் புலப்படும் பரிமாணம் (செ.மீ.) முதல் நுண்ணோக்கியிலும் புலப்படாத பரிமாணம் (10^{-8} செ.மீ.) வரை எந்நீளத்தையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு குறிப்பிடலாம். ஒரு திண்மப் பொருளை உடைத்து, உடைந்த பரப்பை உற்றுநோக்கி, அப்பரப்பின் தோற்றத்திலிருந்து பொருளின் தன்மையை ஊகிக்கும் வழக்கம் இன்றும் நிலவியல் வல்லுநர்களால் அறிவியல் முறையாக ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது. 19 ஆம் நூற்றாண்டில் உலோகப் பரப்பின் மீது அமிலத்தை ஊற்றிகழுவி, பரப்பை

நுண்ணோக்கியின் வழியாக நோக்கித் திண்மத்தின் நுண் கட்டமைப்புகளை ஆராயும் உத்தி உருவாக்கப்பட்டது. இதனால் 10^{-3} செ.மீ. அளவு கொண்ட சிறுமணி (grain) அமைப்புகளை ஆராய முடிந்தது. அடுத்த கட்டமாகப் படிக அமைப்புகள் மொத்தம் ஏழு எனவும், எந்தப் படிகநிலைத் திண்மமும் இவற்றுள் ஒன்றில் அடங்க வேண்டும் என்றும் அறியப்பட்டது. எக்ஸ் கதிர்களை தி ண்மங்களின் மீது பாய்ச்சி, அவை வளைந்து சிதறும் கோணங்களிலிருந்து படிக உள்ளமைப்புகளை ஆராய இயலும் என்னும் உண்மையை 1912 இல் பிராக் என்பார் கண்டறிந்தது திண்மநிலை ஆராய்ச்சியில் ஒரு திருப்புமுனையாகும். இதன் விளைவாகத் திண்மங்களில் அணுஇடைத் தொலைவை (10^{-8} செ.மீ.) நுணுக்கமாக அறிவது இயல்வதாயிற்று. திண்மங்களில் அணுவிடைத் தொலைவு அல்லது அயனியிடைத் தொலைவு எக்ஸ் கதிரின் அலைநீளத்துக்குச் சமமாக உள்ளமையாலேயே படிகநிலை பற்றிய அறிவு கிட்டுகிறது என்பது அடிப்படை உண்மையாகும். தற்போது எக்ஸ்கதிர் வழிமுறையைவிட நுட்பமாக எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி, தள அயனி நுண்ணோக்கி (field ion microscope) போன்ற கருவிகளால் திண்மத்திலுள்ள அடிப்படைத் துகள்களை ஆராயலாம்.

ஒரு முப்பரிமாணக் கட்டமைப்பில் ஓர் ஒழுங்குடன் அடுக்கப்படும் போது அணுக்களின் கட்டிலா ஆற்றல் (free energy) குறைவதால், நீர்ம, வளிம நிலையிலிருந்து பொருள்கள் எளிதில் சுருங்குகின்றன. இவ்வாற்றலை ஒன்றிய ஆற்றல் (cohesive energy) எனலாம். இருவகை இடையீடுகளின் மொத்த விளைவே இவ்வாற்றலாகும். இடையீடுகளில் ஒன்று ஈர்ப்பு விசையாகவும், மற்றொன்று விலக்கு விசையாகவும் இயங்கும். இவ்வடிப்படையில் திண்மங்களைப் பின்வருமாறு வகையிடலாம். அவை: அயனிப் பிணைப்பு, சகபிணைப்பு, உலோகப் பிணைப்பு, மூலக்கூற்றுப் பிணைப்பு, ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு. எனினும், இவ்வகையீடு பொருள்களைத் துல்லியமாகப் பிரித்தறிய உதவுவதில்லை என்பது தெளிவு. எடுத்துக்காட்டாக GaAs, InSb, AlP ஆகியவற்றை அயணிப்பிணைப்பு, சகபிணைப்பு ஆகிய இரு வகைகளிலும் சேர்க்கலாம். ஆண்டிமனி, பிஸ்மத் போன்ற தனிமங்களில் உலோகப் பிணைப்பு, சக (அலோகப்) பிணைப்பு ஆகிய இரண்டுமே இடம் பெற்றுள்ளன.

அயனித் திண்மங்கள். கார உலோகங்களைப் போன்ற நேர்மின் தன்மை கொண்ட தனிமங்களுடன், ஹாலோஜன் களைப் போன்ற எதிர்மின்தன்மை மிகுந்த தனிமங்கள் இணைவதால் கிடைக்கும் பெறும் சேர்மங்கள் இவ்வகைக்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும். இத்திண்மச் சேர்மங்களின் உருவாதலுக்குக் காரணமாக அமைவது எலெக்ட்ரான் மாற்றமாகும். எலெக்ட்ரானை ஈந்த உலோகம் நேர்மின் அயனியாகவும், எலெக்ட்ரானைப் பெறும் அலோகம் எதிர்மின் அயனியாகவும் மாறுகின்றன. எ-டு: சோடியம் குளோரைடு, சீசியம் ஃபுளூரைடு, லித்தியம் ஃபுளூரைடு. அயனிகளின் எலெக்ட்ரான் இருக்கைகள் யாவும் முழுமையாக நிரம்பியவை. அயனிப் பிணைப்பினால் பலவகைப் படிக அமைப்புகள் தோன்றக்கூடும் என்றாலும், பாறை உப்பு (NaCl), சீசியம் குளோரைடு, துத்தநாகப் பிளெண்டு (ZnS), உர்சைட் (ZnS), ரூடைல் (TiO_2), பெராவ்ஸ்கைட் ($CaTiO_3$) எனச் சில அமைப்புகளிலேயே பெரும்பாலான அயனி உப்புகள் படிகமாகின்றன. எவ்வயனிப் படிகமாயினும், ஒரு நேர் மின் அயனியைச் சுற்றி அண்டை அயனிகளாக எதிர்மின் அயனிகளும், எதிர்மின் அயனியைச் சுற்றி அண்டை அயினிகளாக நேர்மின் அயினிகளும் இருத்தல் ஆற்றல் அடிப்படையில் கட்டாயத் தேவையாகும்.

ஒன்றிய ஆற்றலுக்கு தோற்றுவாயில் பெரும் பகுதி மாட்லங் ஆற்றல் (Madelung energy) எனப்படும் நிலை மின்னாற்றல் வகையாகும். இவ்வாற்றலைக் கணக்கிடுவதற்கு அயனிகளுக்கு இடையேயான கூலூம்பு வகை இடையீடுகளைக் கூட்ட வேண்டும். இரண்டு அயனிகளுக்கு இடைப்பட்ட நிலைமின்னாற்றல் என்பது ஓர் அயனியின் மின்னேற்றத்தின் இருபடிக்கும், அயனிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவுக்கும் உள்ள பெருக்கமாகும் $\left(\frac{q^2}{r}\right)$ எனவே அயனிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு கூடக்கூட இடையீடு குறையும். நெருக்கி அமைக்கப்பட்ட அயனிகளுக்கிடையே ஆற்றல் எதிர்க்குறையீடு கொண்டிருக்கும். ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் அயனிகள் நெருங்கும்போது, அயனிகளின் எலெக்ட்ரான் மண்டலங்களை ஒன்றின்மேல் மற்றொன்று பொருந்த நேரிடும். விலக்கு விசைகள் மேலோங்கி, பாலி விலக்கல் விதிப்படி, ஆற்றல் எளிதில் உயர்கிறது. மொத்தத்தில், ஒரு குறிப்பிட்ட அயனிடைத் தொலைவில் அமைப்பின் ஆற்றல் சிறுமநிலை எய்துகிறது. இத்தொலைவில் அமைப்பு சமநிலையில் இருப்பதாகக் கருதப்படும். இங்கு விலக்கு விசையும் ஈர்ப்பு விசையும் ஒன்றையொன்று சரியாக ஈடு செய்கின்றன. பெரும்பாலான அயனிப் படிகங்களில் சமநிலை இடைத்தொலைவு சுமார் 3A° (அதாவது, 3×10^{-8} செ.மீ.) ஆகும்.

ஓர் அயனிப் படிகத்தின் மீது மின்புலத்தைச் செலுத்தும்போது, அயனிகளின் இயக்கத்தாலேயே மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. நேர்மின் அயனிகள் எதிர்மின் முனையையும் எதிர்மின் அயனிகள் நேர்மின் முனையையும் நோக்கி நகர்வதே இங்கு மின்னோட்டமாகும். அயனிப்

படிகத்தின் மின்கடத்துமை வெப்பநிலைக்குப் படிக்குறி (exponential) சார்பலனாகும். வெப்பநிலை உயர்வு அயனிகளின் விரவலை அவற்றின் இயங்காற்றலைக் கூடுதலாக்குவதன் மூலம் உயர்த்துகிறது.

அயனி உப்புகள் மிக உயர் உருகுநிலையையும், கடினத் தன்மையையும் பெற்றுள்ளன. அயனிகளும் அவற்றின் எலெக்ட்ரான்களும் மிக நுண்ணிய இருக்கைகளில் அமர வேண்டுள்ளமையால் அயனி உப்புகள் மின்கடத்தாப் பண்பு கொள்கின்றன. படிக உள்ளமைப்பில் அடுத்தடுத்த இருக்கைகளில் ஒரே வகை அயனிகளின் இடம் பெறுவதில்லையாதலால் இவ்வுப்புப் நொறுங்கும் தன்மையை விளக்குவதற்கு ஓர் அடிப்படை கிட்டுகிறது. இவ்வுப்பு படிகத்தைத் தேய்க்கும்போது ஒரே குறியீடு கொண்ட அயனிகள் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாக அமைய வேண்டியத் தேவை தோன்றுகிறது. இதனால் அயனி விலக்குவிசை கூடுதலாகிப் படிகம் உடையும்.

அயனிகளின் இடைத் தொலைவு அவ்வயனிகளின் ஆரங்களின் கூட்டுத் தொகையாகும். ஓர் அயனியின் ஆரம் அதனைச் சுற்றியுள்ள எதிர்க்குறியீட்டு வகை அயனியின் இடையீட்டினால் பாதிக்கப்படும் என்றாலும், தோராய மதிப்புகள் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. லைனஸ் பாலிங் என்பார் பல்வேறு அயனிகளின் ஆர மதிப்புகளைத் தொகுத்துப் பட்டியலிட்டுள்ளார். எளிய அயனிகளைக் கொண்ட திண்மங்களுடன், தனித்தனி அணைவு அயனிகளை (complex ions) உள்ளடக்கிய திண்மங்களும் உள்ளன. எதிர்மின் அணைவு அயனிகளைக் கொண்ட சோடியம் நைட்ரேட், பொட்டாசியம் சல்∴பேட், சோடியம் பாஸ்∴பேட் போன்றன இவ்வகைத் திண்மச் சேர்மங்கள். இதேபோன்று நேர்மின் வகை அணைவு அயனிகளான அம்மோனியம், டெட்ரா மெத்தில் அம்மோனியம், டிரைமெத்தில் சல்∴போனியம் ஆகியனவும் திண்மச் சேர்மங்களில் இடம் பெறலாம்.

$[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$, $[Ni((H_2O)_6]^{2+}$,
$[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Co(NO_2)_6]^{3-}$, $[SiF_6]^{2-}$, $[HgI_4]^{2-}$

போன்ற நேர்மின் அயனி மற்றும் அயனிவகை உலோக அணைவுகளும் இங்குச் சிறந்த சான்றுகளாகின்றன.

அயனிப் படிகங்களின் குறிப்பிடத்தக்க இயல்பு அவற்றின் தொடர்ச்சி நிலையாகும். சோடியம் குளோரைடு, சீசியம் குளோரைடு போன்ற உப்புகளில் ஓர் எளிய அமைப்பு (unit cell) மீண்டும் மீண்டும் இடம்பெற்றுக் கண்ணுக்குப் புலப்படும் பெரிய படிகத்தை உருவாக்குகிறது. அலகு அமைப்பின் வடிவ இயல் பண்புகள் பெரும்பாலும் பெரிய படிகத்திலும் வெளிப்படுகின்றன.

சகபிணைப்புத் திண்மங்கள் (Covalent solids). ஒரு திண்மத்தில் அடுத்தடுத்த இருக்கையிலுள்ள அணுக்கள் தமது வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்களைத் தமக்குள் பகிர்ந்து கொள்வதால் இரண்டு அணுக்களின் வெளிச் சுற்றுகளும் நிறைவு எய்துகின்றன. பொதுவாக, எலெக்ட்ரான் மண்டலம் நிறைவுறுவதற்கு எட்டு எலெக்ட்ரான்கள் தேவைப்படுவதால் ஒவ்வோர் அணுவுக்கும் நான்கு நெருங்கிய அண்மை அணுக்கள் உள்ளன. இவை ஒன்றுக்கொன்று சமநிலைத் தொலைவில் இருக்க வேண்டுமெனில் இந்நான்கு அணுக்களும் ஒரு நான்முகி வடிவத்தின் நான்கு மூலைகளில் (முனைகளில்) இருந்தாக வேண்டும். இவற்றால் சூழப்படும் அணு, நான்முகியின் மையத்தில் அமர்ந்திருக்கும். மூலைகளில் அமைந்த அணுக்கள் ஒவ்வொன்றையும் மையமாகக் கருதி நான்முகிகளை உருவகப்படுத்தலாம். வைரத்தின் படிக அமைப்பு இவ்வடிப்படையில் நிறுவப்பட்டதேயாகும். அயனிப் படிக அமைப்பைப் போலன்றி, சகபிணைப்பு வகைத் திண்மங்களில் பிணைப்புகள் யாவும் குறிப்பிட்ட திசைகளில் அமைந்துள்ளன. வைரத்தைப் பொறுத்தவரை அனைத்துக் கார்பன் அணுக்களின் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் யாவுமே பிணைப்பில் ஈடுபடுத்தப்பட்டுவிட்டமையாலும், ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவின் நான்கு பிணைப்புகளும் சம வலிவு கொண்டுள்ளமையாலும், வைரத்தை விடக் கடினமான திண்மப் பொருள் இயற்கையிலும், தொகுப்பு வகையிலும் இல்லை. சகபிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் இரண்டும் மாற்றுச்சுழற்சி கொண்டுள்ளமையால் இவ்வமைப்பு நிலைத்தன்மை மிக்கதாகிறது. இவ்வகைத் திண்மங்களின் ஒன்றிய ஆற்றலுக்கு இச்சூழ்நிலையே காரணமாகும்.

கார்பன், சிலிக்கான், ஜெர்மானியம் போன்ற (தனிமங்களின் (தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் நான்காம் தொகுதித் தனிமங்களின்) திண்மங்கள் இவ்வகையினவாகும். இவை மட்டுமல்லாமல் மூன்றாம் தொகுதித் தனிமமும் ஐந்தாம் தொகுதித் தனிமமும் இணைந்து உருவாகும் சேர்மங்களும் (GaAs, InSb போன்றன) பகுதி சகபிணைப்புக் கொண்டவை. இச்சேர்மங்களின் படிக அமைப்பு துத்தநாக சல்∴பைடு அமைப்பு என வழங்கப்படுகிறது. இவ்வமைப்பு வைரத்தின் அமைப்பிலிருந்து ஒரேயொரு வகையில் மட்டுமே மாறுபடுகிறது. வைரத்தில் அனைத்து அணுக்களுமே ஒரே வகையாக (கார்பன் அணுக்களாக) இருக்கையில், துத்தநாக சல்∴பைடு அமைப்பில் அண்மை அணுக்கள் இருவேறு வகையாக உள்ளன. தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் 5,6,7 ஆகிய தொகுதிகளில் உள்ள As, Sb, Te, I, Br போன்ற தனிமங்கள் பகுதி சகபிணைப்புக் கொண்ட திண்மச் சேர்மங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சற்றே சிக்கலான

அமைப்புக் கொண்ட இத்திண்மங்களில் நான்குக்குத் குறைவான அண்மை அணுக்களைக் கொண்ட அமைப்பு உருவாகிறது. இதன் விளைவாக நீண்ட சங்கிலியோ, படலமோ (sheet) தோன்றுகிறது. இப்படலங்களுக்கு இடையேயான பிணைப்பு, அணுக்களின் உட்கருக்களும் எலெக்ட்ரான்களும் சற்றே இடப்பெயர்ச்சியுறுவதால் நிகழ்கிறது. வாண்டர்வால்ஸ் விசை எனும் வலிமை குன்றிய பிணைப்பு இங்குச் செயல்படுகிறது.

பெரும்பாலும் சகபிணைப்புத் தன்மையை உள்ளடக்கிய படிகங்களின் தன்மைகள் பிணைப்பில் இடம்பெறும் எலெக்ட்ரான்களின் விடுபடா நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. இப்பொருள்கள் மின்கடத்தாப் பண்பு கொண்டவை. அறை வெப்பநிலையில் வைரத்தின் மின்கடத்துந் திறன் 10^{-14} சீமன் செ.மீ.$^{-1}$. ஜெர்மானியம் போன்ற குறைகடத்திகளின் மின்கடத்துந் திறன் 40 சீமன் செ.மீ.$^{-1}$. இவ்விரு வகைப் பொருள்களிலும் கட்டுண்ட நிலையிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களைக் கட்டிலா நிலைக்கு மாற்றுவதாலேயே மின்கடத்துமை நிகழ்கிறது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்டவை தவிர முப்பரிமாணத் தொடர் வடிவமைப்புகள் பல உள்ளன. குவார்ட்ஸ், ரூட்டைல், குருந்தம் (corundum) ஆகியன இவற்றுள் சிலவாகும். இவற்றில் எவ்வமைப்பும் எந்தவொரு தனிமத்தையும் எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டிருப்பதில்லை. இருபரிமாண (படலம் அல்லது ஏடு) அமைப்புகளில் கிரா∴பைட் முதன்மையானதாகும். கிரா∴பைட் அமைப்பில் ஒரு கார்பன் அணு மூன்று கார்பன் அணுக்களுடன் இரு அண்மைப் பிணைப்புகளுக்கிடையே 120^0 என்னும் கோணத்தில் இணைந்திருக்கும். இவ்வமைப்பு மீண்டும் மீண்டும் இடம்பெறும்போது அறுகோணக் கண்ணிகளைக் கொண்ட ஏடு உருவாகிறது. அடுத்தடுத்த ஏடுகளுக்கிடையே வலிமை குறைந்த வாண்டர் வால்ஸ் விசையினால் ஈர்ப்பு ஏற்படுகிறது. இவ்விசையின் வலிமை குறைவினால் ஒரு ஏட்டை மற்றொன்றிலிருந்து அகற்றுதல் எளிதாகிறது. இதன் விளைவாகக் கிராபைட் மென்மைமிக்க திண்மப் பொருள்களுள் ஒன்றாக விளங்குகிறது. பல உயவுப் பொருள்களில் கிரா∴பைட் உட்கூறாக உள்ளது. கிரா∴பைட்டிலுள்ள கார்பன் அணு ஒவ்வொன்றும் மூன்று எலெக்ட்ரான்களை மட்டுமே பிணைப்பில் ஈடுபடுத்துவதால், நான்காம் எலெக்ட்ரான் கட்டிலா நிலையிலுள்ளது. இதன் விளைவே கிரா∴பைட்டின் மின்கடத்தும் இயல்பாகும். கிரா∴பைட்டின் படிக அமைப்பைக் கொண்ட மற்றத் திண்மங்களுள் போரான் நைட்ரைடு, மாலிப்டினம் சல்∴பைடு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. நீண்ட சங்கிலியமைப்புக் கொண்ட (ஒற்றைப் பரிமாண) அமைப்புகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக $PdCl_2$, SO_3, SiS_2, Se, Te ஆகியவற்றின் திண்மங்களைக் குறிப்பிடலாம்.

உலோகத் திண்மங்கள் (metallic solids)**.** தாமிரம், வெள்ளி, தங்கம், அலுமினியம், சோடியம் போன்ற உலோகங்களிலும், உலோகத் தன்மைமிக்கவை எனப் பொதுவாகக் கருதப்படும் சில திண்மங்களிலும் உள்ள பிணைப்புக்கு அடிப்படைக் காரணி இத்திண்மங்களில் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்களின் எளிதில் இடம்பெயரும் இயல்பேயாகும். இவ்வெலக்ட்ரான்களின் அலைசார்பலன்கள் ஒன்றோடொன்று மேல்பொருந்தி (overlap) முழுப்படி கத்திற்கும் பொதுவான அலைசார்பலன் தோன்றுகிறது. இதன் பயனாக எந்தவோர் எலெக்ட்ரானையும் ஒரு குறிப்பிட்ட அயனியுடன் இணைத்துப் பார்ப்பது இயலாததாகும். திண்மத்தின் முழுக் கொள்ளளவிலும் பரவிப் பாய்வதால் தோன்றும் இயக்க ஆற்றலையும், அயனிக்கரு, பிற வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் ஆகியவற்றினால் இடை யீட்டுக்கு உள்ளாவதால் தோன்றும் நிலையாற்றலையும் அடக்கிய கட்டிலா எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் திண்மத்தின் தோற்றத்தால் குறைகிறது. இவ்வாற்றல் வேறுபாடு ஒன்றிய ஆற்றலாக வெளிவருகிறது. வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்களின் கட்டில்லா நிலையே உலோகங்களின் பல இயல்புகளுக்குக் காரணமாகிறது.

சில உலோகங்களில் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான் களுக்குப் பதிலாக, வெளிச்சுற்றுக்கு அடுத்த உள்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் (penultimate shell electrons) முதன்மை பெறுகின்றன. இவ்வுலோகங்களின் எலெக்ட்ரான்கள் கட்டிலா நிலையுடன் சற்றே கட்டுண்ட நிலையையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ளன. இடைநிலைத் தனிமங்களான இரும்பு, குரோமியம், மாங்கனீஸ், நிக்கல் போன்ற உலோகங்களில் கட்டில்லா எலெக்ட்ரான்களின் தோற்றுவாய் d- எலெக்ட்ரான் மண்டலமாகும். s,p,d,f ஆர்பிட்டால்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் தனித்தனி வடிவமைப்புகள் உள்ளன்மையால் எலெக்ட் ரான்களின் கட்டிலா இயல்பிலும் வேறுபாடுகள் தோன்று கின்றன.

உலோகப் படிகங்களின் சிறப்பியல்பு அவற்றின் மின்கடத்துந் திறனாகும். (10^6 சீமன் செ.மீ.$^{-1}$). சகபிணைப்பை உள்ளடக்கிய படிகங்களில் உள்ளது போலன்றி, இப்படிகங்களில் மின்கடத்துந் திறனை ஊக்குவிப்பதற்கு வெப்ப ஆற்றல் தேவையில்லை. எனினும், இப்படிகங்களில் எலெக்ட்ரான் இயக்கம் ஒரு வரம்புக்குட்பட்டே நிகழ்கிறது. படிகத்தில் ஏதேனும் ஒழுங்கீனமான பகுதியை அடையும் போது எலெக்ட்ரான்கள் சிதறுகின்றன. மேலும், வெப்ப

ஆற்றலை உட்கொண்டு அதிர்வுறும் அயனிப்பகுதியுடன் மோதுவதாலும் எலெக்ட்ரான் இயக்கம் தடையுறுகிறது.. இதன் காரணமாக வெப்பநிலை உயர்வு ஏற்படும்போது படிகத்தின் அயனிகள் கூடுதல் வீச்சுடன் ஊசலாடுகின்றன. இதனால் வெப்பநிலை உயர உயர உலோகத்தின் மின்கடத்துமை குறைகிறது.

உலோகத்தின் ஒளிப்புகவிடா இயல்பு (opacity), பளபளப்பு, கம்பியாக நீட்டப்படுந்தன்மை, தகடாக அடிக்கப்படும் இயல்பு ஆகியவற்றையும் எலெக்ட்ரான் கட்டின்மை, ஓரின அயனி அமைப்பு ஆகிய கருத்துகளின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். ஓர் உலோகக் கம்பி நீட்டப்படும்போது அதன் தடிமன் குறைகிறது. கட்டில்லா எலெக்ட்ரான் தவிர்த்த எஞ்சிய அயனிகளின் கட்டமைப்பில் எவ்வகை மாறுதலும் தோன்றுவதில்லையாதலால் நீட்டப்படும் போதும் தகடாக அடிக்கப்படும் போது பிணைப்பாற்றலில் மாறுபாடு தோன்று வதில்லை.

முடிவிலா அமைப்புக் கொண்ட அமைவு மூலக்கூறுகள். இம்மூலக்கூறுகள் சகபிணைப்பு வகைக்கு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டவை. தொடர்ச்சியான சகபிணைப்பு வகை வலையமைப்பில் அயனித் தோற்றம் தென்படுதல் இவ்வகையில் சிறப்பியல்பாகும். சிலிக்கேட்டு களும் அலுமினோ சிலிக்கேட்டுகளும் இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாவன. முப்பரிமாண எதிர்மின் அயனி வகையான சியோலைட்டுகள் மூலக்கூற்றுச் சல்லடை களாகப் பயனாகின்றன. இவற்றிலுள்ள நேர்மின் அயனிகள் ஓரிடத்தில் நிலைத்திராதவையாதலால், எளிதில் மாற்று நேர்மின் அயனிகளால் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன. இவ்வயனிப் பரிமாற்றத்தன்மை கடினநீரிலிருந்தும், கடல் நீரிலிருந்தும் உப்புகளை அகற்றுவதற்கு உதவுகிறது. துணிகளுக்கு வெண்மையூட்டுவதற்குப் பயனாகும் அல்ட்ராமரைன்கள் எனும் மணல் வகைப் பொருள்களும் சியோலைட்டைப் போன்றவையே. இரு பரிமாண சிலிக்கேட்டுகளான மைக்காவும், டால்க்கும் முறையே சிறந்த மின்காப்பீட்டுப் பொருளாகவும், உயவுப் பொருளாகவும் பயனாகின்றன. ஒற்றைப் பரிமாண சிலிக்கேட்டுகளான பைராக்சீன்களும் ஆம்∴பிபோல்களும் கல்நார் வகையைச் சார்ந்தவை.

வாண்டர்வால்ஸ் திண்மங்கள். கோளவடிவு கொண்ட ஒற்றையணு மூலக்கூறுகளான மந்த வளிமங்கள் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளுக்குக் குளிர்விக்கப்படுகையில் நெருங்கிய கனசதுர அமைப்பில் படிகமாகின்றன (இதனைப் பக்கமையக் கனசதுரம் எனவும் கூறலாம்). மந்த வளிமங்களின் வினையுறாத் தன்மையின் விளைவாக இத்திண்மங்களில் இடம் பெறும் ஒரே பிணைப்பு வாண்டர்வால்ஸ் வகையாகும். இதே போன்ற கட்டமைப்பு திண்மநிலை HCl, H_2, N_2 ஆகியவற்றிலும் உள்ளது. இங்கு ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் தன்னைத்தானே சுழற்றிக் கொள்ளும் இயல்பு கொண்டுள்ளது. இத்திண்மங்களைக் குளிர்வித்தால், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைக்குக் கீழ் இச்சுழற்சி நின்றுவிடுகிறது. இதனால் சமச்சீர்மை குன்றிய திண்ம அமைப்புகள் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

சகபிணைப்புக் கொண்ட பல சேர்மங்கள் படிகத் திரள்நிலை அடைவதற்கு வாண்டல்வால்ஸ் ஈர்ப்பு விசையே காரணமாகும். குறைந்த உருகு நிலை, எளிதில் ஆவியாகும் தன்மை, மென்மை, குறைந்த மின்கடத்துந்திறன் ஆகியன வாண்டர்வால்ஸ் சேர்மங்களின் தனி இயல்புகளாகும்.

அணுக்கருக்களின் மையமும், எலெக்ட்ரான் மின்னேற்ற மையமும் சற்றே விலகியுள்ளமையால் தோன்றும் பிணைப்பு வாண்டர்வால்ஸ் பிணைப்பாகும். இரண்டு அணுக்களையோ மூலக்கூறுகளையோ ஒன்றோடொன்று நெருக்கிக் கொணர்ந்தால் நேர்மின்னேற்றப் பகுதி, எதிர்மின்னேற்றப் பகுதி என இரு வேறு பகுதிகளைக் கொண்ட இருமுனையி (dipole) தோன்றி, அடுத்தடுத்த இருமுனைகளின் மாறுபட்ட குறியீட்டு மின்னேற்றப் பகுதிகள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. இந்த ஈர்ப்பு படிகமாதலை ஊக்குவித்துச் சிறிதளவு ஒன்றிய ஆற்றலைத் தருகிறது. ஈர்ப்பின் வரம்பு (வீச்சு) மிகக் குறுகியதாகும். இங்கு இடையீட்டு ஆற்றல் இருமுனையிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவின் ஆறு அடுக்கின் மறுதலைப் பின்னமாகும்.

$$[E \alpha\, r^{-6} \text{ அல்லது } E \alpha \frac{1}{r^6}]$$

ஹைட்ரஜன் பிணைப்புற்ற சேர்மங்கள். கரிமத் திண்மங்களிலும் பனிக்கட்டி, ஹைட்ரஜன் ∴புளூரைடு பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்∴பேட் போன்ற திண்மங்களிலும் இவ்வகைப் பிணைப்பு அமைந்துள்ளது. ஹைட்ரஜன் அணுவிலுள்ள ஒற்றை எலெக்ட்ரான் அவ்வணுவை ஒரேயோர் அணுவுடன் மட்டுமே சகபிணைப்புற ஏற்றதாக்குகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, H_2, HCl, HBr, HI போன்றவற்றில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவும் ஒரு பிற தனிம அணுவும் பிணைப்புற்றுள்ளன. மாறாக, சில திண்மங்களில் ஹைட்ரஜன் ஒரே நேரத்தில் இரண்டு அணுக்களுடன் பிணைப்புற்றுள்ளது. ∴புளூரின், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் ஆகிய எதிர்மின்

தன்மைமிக்க (எலெக்ட்ரான்கவர் இயல்பு) தனிம அணுக்களுடன் ஹைட்ரஜன் இணைந்துள்ள சேர்மங்களில் ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவை அண்மை மூலக் கூறிலுள்ள F, O அல்லது N அணு நிலை மின் கவர்ச்சியால் ஈர்க்கிறது. இச்சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜன் அணு பகுதி நேர்மின்னேற்றத்தை அடைந்துள்ளது. இதன் விளைவாக அவ்வணுவினால் இரண்டு எலெக்ட்ரான் கவர் அணுக்களை ஒரே நேரத்தில் பிணைக்க முடிகிறது. நைலான் போன்ற பலபடிவவகைத் திண்மங்களிலும், DNA (டி ஆக்சிரி போ நியூக்ளியிக் அமிலம்) போன்ற கரிம வகைத் திண்மங்களிலும் இவ்வகைப் பிணைப்பு மிகுந்துள்ளது. DNAஇல் மூலக்கூறின் அடுத்தடுத்த இழைப்புரிமைகளைப் பிணைப்பதற்கு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு பயனாகிறது.

ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் மிகுந்துள்ளமையாலேயே, பனிக்கட்டி நீரைவிட லேசாக இருக்கிறது. ஒவ்வொரு பிணைப்புக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளம் இருப்பதைப் போல் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக்கும் குறிப்பிட்ட நீளம் (1.63×10^{-8} செ.மீ.) உள்ளது. இதனால் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக் கொண்ட அமைப்பில் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே குறிப்பிட்ட தொலைவு இருக்க வேண்டும். இதன் விளைவாக இவ்வகைத் திண் மங்களில் ஒருவலையமைவு (network) தோன்றுகிறது. துளை மிகுந்த இவ்வமைப்பினால் திண்மத்தின் அடர்த்தி குறைவாகக் காணப்படுகிறது. நீர்ம நிலை நீரிலும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உள்ளன என்றாலும் பனிக்கட்டியில் அவற்றின் எண்ணிக்கை மிகக் கூடுதலாகும். ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு $NiSO_4.6H_2O$ போன்ற நீரேற்றப்பட்ட உப்புகளிலும் இடம் பெற்றுள்ளது.

பல்வேறு பிணைப்பு வகைகளின் ஆற்றல் ஒப்பீடு அட்டவணை 1இல் தரப்பட்டுள்ளது. இவ்வட்டவணையிலேயே அவற்றின் தோற்றுவாயும் இயல்புகளும் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன.

படிக வடிவமைப்புகள். படிக நிலையிலுள்ள எப்பொருளும் அடிப்படையில் ஏழு வகை அமைப்புகளுள் ஒன்றில் அடங்க வேண்டும். படிகத்திலுள்ள அணு, அயனி அல்லது மூலக்கூறுகளின் இருக்கைகளைக் கருத்தில் கொண்டால் 14 வகை உள்ளமைப்புகள் அமைந்திருப்பது தெரியவரும். இவற்றை அணிக் கோவைகள் (space lattices or Bravais lattices) என்பர். எளிய கனசதுரக் கூடு (படம் 1), பக்கமையக் க ன சதுரம் (படம் 2), பொருள் மையக் கனசதுரம் (படம் 3) என்பன இவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கவை. உலோகங்களுள் தாமிரம், வெள்ளி, தங்கம் ஆகியன

பக்க மைய கனசதுர அமைப்புடனும், சோடியம், பொட்டாசியம் முதலிய கார உலோகங்கள் பொருள் மையக் கனசதுர அமைப்புடனும், பெரிலியம், மக்னீசியம், கேட்மியம், துத்தநாகம் போன்றவை அறுகோண நெருங்கிய அமைப்புடனும் படிகமாகின்றன. படிக அமைப்பின் அடிப்படையாக விளங்கும் அலகு அமைப்பு (unit cell) ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு மூலக்கூறு அல்லது அணு என்னும் சராசரி விகிதத்தில் உருவாகும் அமைப்புக்கு எளிய கனசதுரம் எனப் பெயர்.

உப்புகளின் படிக உள்ளமைப்புகள் சற்றே சிக்கலானவை. பல உப்புகளுக்கு அடிப்படைப் படிக உருவமான சோடியம் குளோரைடு படிக உருவை இரு பக்க மையக் கன சதுரங்கள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று புகுத்தப்பட்டதாக உருவகப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். சோடியம் அயனிகளாலும், குளோரைடு அயனிகளாலும் உருவான இரு பக்க மையங்கொண்ட கன சதுரக் கூடுகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று புகுந்த நிலையில் ஒவ்வொரு சோடியம் அயனிக்கும் ஆறு குளோரின் அண்மை அயனிகளும், ஒவ்வொரு குளோரின் அயனிக்கும் ஆறு சோடியம் அண்மை அயனிகளும் இருக்கும். மொத்தத்தில் ஓர் அலகு அமைப்புக்கு ஒரு NaCl மூலக்கூறு என்றமையும். சீசியம் குளோரைடு (CsCl) படிகத்தின் கன சதுரத்தில் ஒருவகை அயனியும், மூலைகளில் இரண்டாம் வகை அயனியும் இடம்பெற்றுப் பொருள் மையக் கன சதுரத்தின் அமைப்பைப் (bCC) போன்று தோற்றமளிக்கும். ஆனால் உண்மையான பொருள் மையக்கன சதுரத்தில் ஓர் அணு இருக்கையிலிருந்து அலகு கன சதுர விளிம்பில் $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ என மூன்று பரிமாணங்களிலும் நகர்ந்து சென்றால் அதே அணு இருக்கைத் தோற்றத்தை அடையலாம். ஆனால் CsCl படிகத்தில் Cs^+ அயனி இருக்கையிலிருந்து $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ என்னும் இடப் பெயர்ச்சிக்குப் பின்பு Cl^- அயனி இருக்கையே கிட்டும். அதே போன்று Cl^- இருக்கையிலிருந்து $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ நகர்வினால் Cs^+ இருக்கையை அடையலாம். உண்மையான பொருள் மையக் கன சதுர அமைப்பில் அலகு கன சதுரத்திற்கு ஒரே வகையான இரண்டு அணுக்கள் சராசரியாக இடம் பெறும். CsCl அமைப்பிலோ ஓர் அலகு கன சதுரத்திற்கு ஒரு மூலக்கூறு இடம்பெறுகிறது.

புற வேற்றுமை உருவங்கள் (polymorphs or allotropes). சில தனிமங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படிக உருவங்களில் கிடைக்கின்றன. கார்பன், கந்தகம், பாஸ்.'.பரஸ், வெள்ளீயம், இரும்பு, கோபால்ட், மாங்கனீஸ், குரோமியம், டைட்டேனியம் ஆகியன இத்தோற்றப்பாட்டுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். சில சேர்மங்களிலும் இத்தோற்றப்பாடு காணப்படுகிறது. சிலிக்கா (SiO_2)பல படிக உருவங்களிலும், படிக உருவற்ற வடிவங்களிலும் (amorphous) அமைந்திருக்கிறது. டைட்டேனியம் டைஆக்சைடு மூன்று படிக உருவங்களில் (ரூட்டைல், அனட்டேஸ், புருக்கைட்) தோன்றுகிறது. ஆண்டிமனி

சல்ஃபைடில் கறுப்பு, ஆரஞ்சு என இரு வண்ணங்களில் இரு வேறு படிகங்கள் உண்டு. பொதுவாக, ஒரு படிக உருவம் மற்றொன்றாக மாறுவது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் நிகழும். வைரம் - ஃகிராபைட் போன்றவற்றில் இரண்டுமே அறை வெப்ப நிலையில் நிலைத்தன்மைமிக்கனவாகத் தோன்றினாலும், வெப்பவியக் கவியல் விதிப்படி கிராஃபைட் வைரத்தைவிட நிலைத்தன்மை கூடுதலானது. வைரம் தானாகவே கிராஃபைட்டாக மாறுவதற்கு வாய்ப்பு உள்ளது. இந்நிகழ்ச்சி மிக நுண்ணிய விரைவுடன் நிகழ்வதால் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்குப் பின்பும் கணிசமான (கருதத்தக்க அளவு) படிக நிலை மாற்றம் நிகழ்வதில்லை. இவ்வாறு ஒரு படிக நிலை நிலைத்தன்மை பெற்றிருக்கக் கூடாத சூழ்நிலையிலும் நிலையாக இருத்தலைச் சிற்றுறுதி நிலைமை (metastable state or metastable phase) என்பர். தனிமங்கள் பலவற்றின் புறவேற்றுமைத் தொடர்பு இயல்புகள் அட்டவணை 2இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

படிகக் குறைபாடுகள். ஒரே வகை அமைப்புகள் (படிக உட்கூறுகளான கோணங்கள், விளிம்பு நீளங்கள் ஆகியன) மூன்று பரிமாணங்களிலும் மீண்டும் மீண்டும் இடம்பெறுதல் ஒரு நல்லியல்பு படிகத்தின் இயல்பாகும். ஆனால் நடைமுறையில் மிகக் கவனத்துடன் வெற்றிடத்தில் மெதுவாகத் தயாரிக்கப்படும் ஒற்றைப் படிகங்களைத் தவிர மற்றவை குறை மிகுந்தவையே. இக்குறைகளை நேரில் கண்டறிவதற்கு ஊடுருவல் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (transmission electron microscope) எனும் நுணுக்கமான உத்தி பயனாகிறது. சில படிகங்களில் இக்குறைகளைப் படிகங்களின் வண்ணங்களிலிருந்தோ, நொறுங்கும் தன்மையிலிருந்தோ எளிதில் கண்டறியலாம்.

படிகங்களிலுள்ள குறைகளை மூவகையாகப் பிரிக்கலாம். காலியிடம் என்பது சுழிப் பரிமாண வகைக் குறைபாடு (zero dimensional defect) ஆகும். பெயர்ச்சி (dislocation) என்பது ஒற்றைப் பரிமாண குறைபாடு (one dimensional defect) ஆகும்; புறப் பரப்புக் குறைபாடு (surface defect) என்பது இரு பரிமாணக் குறைபாடு (two dimensional defect) ஆகும்.

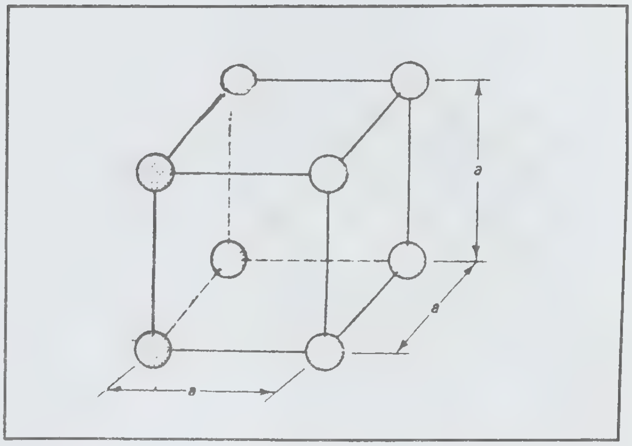
அயனி உப்புப் படிகங்களில் புள்ளிக் குறைபாடுகள் (point defects). ஃபிரெங்கல் குறைபாடுகள் ஷாட்கி (Schottky) குறைபாடுகள் என இருவகைப்படும். தனிச் சுழி வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்ட அனைத்து வெப்ப நிலைகளிலும் அணுக்களும் அயனிகளும் அதிர்வுக்குள்ளாகின்றன. இவ்வதிர்வின் அலை நீளம் (வீச்சு) வெப்பநிலை உயர்வினால் உயரும். அனைத்து அணுக்களும் ஒரே வீச்சுடன் அதிர்வதில்லை. எனவே, ஒரு சில அணுக்கள் மிக உயர்வீச்சுடன் அதிர்வுற்று, அவை இடம் பெயரலாம். இடம் பெயர்ந்த அணு அல்லது அயனி படிக அணிக் கோவைப் புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட இருக்கைகளில் அமரக்கூடும். இதுவே ஃபிரெங்கல் குறைபாடு ஆகும் (படம் 4). மாறாக, இடம் பெயர்ந்த அணுவோ அயனியோ படிகத்தின் புறப்பரப்புக்கு நகரலாம். அயனி உப்புகளில் எதிர் எதிர்க்குறியீடு கொண்ட இரண்டு அயனிகளும் புறப்பரப்பை அடைய வேண்டும். இக்குறைபாடு ஷாட்கி வகையாகும் (படம் 5).

அணு இருக்கைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதிகளில் நெருக்கமாக அமர நேரிடுவதால் நெரிசல் தோன்றக்கூடும். எனவே, ஃபிரெங்கல் குறைபாடு தோன்றுவதற்கு ஷாட்கி குறைபாடு தோற்றத்தைவிட ஆற்றல் தேவை கூடுதலாகும். அணுக்கரு உலைகளில் பயன்படும் அல்லது உருவாகும் பொருள்களில் தான் ஃபிரெங்கல் குறைபாடுகள் மிகுந்துள்ளன என்ற உண்மை இவ்வுயர் ஆற்றல் தேவையை வலியுறுத்துகிறது. அணுக்கரு உலையின் உறுப்புகளின் கதிர்வீச்சுப் பாதிப்பில் ஃபிரெங்கல் குறை முதன்மையானதாகும். வெங்களிமண் போன்ற மின்னேற்றச் சமநிலை கொண்ட திண்மங்களில் தோன்றும் ஷாட்கி குறைகள் வெப்ப ஆற்றல் உறிஞ்சலால் ஊக்குவிக்கப் படுகின்றன. படிகங்களின் வேதியியல் மற்றும் பொறியியல் தன்மைகள் பலவும் புள்ளிக் குறைபாடுகளால் பெரிதும் பாதிப்புக்குள்ளாகின்றன.

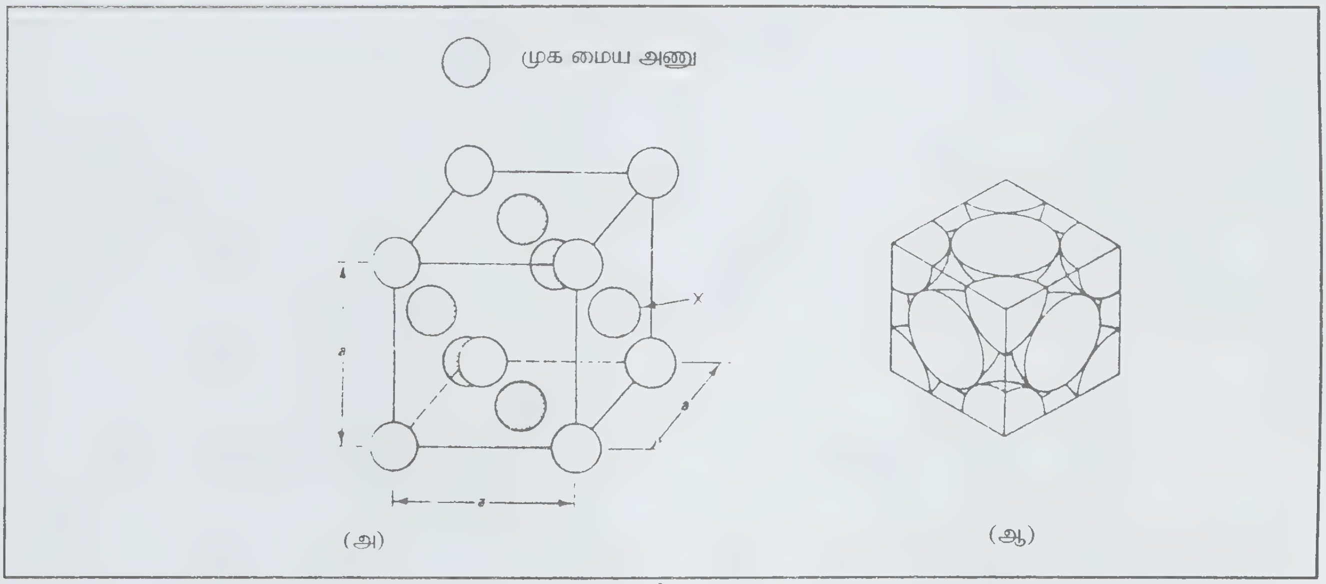
சுழிப்பரிமாணக் குறைபாட்டுக்கு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டது மாசு அடக்கம் ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளின் படிகத்தில் மாசு அணுக்கள் படிகத்தின் இயல்பான அணுக்களைப் ப திலீடு செய்யலாம் (படம் 6) அல்லது அணு இடைப் பகுதிகளில் அமரலாம் (படம் 7). பதிலீட்டு வகை அணுக்கள் படிகத்தின் அணுக்களைப் பகுதியாகவோ முழுமையாகவோ பதிலீடு செய்யலாம். இதனால் பெறப்படும் திண்மக் கரைசலுக்குத் தாமிர- நிக்கல் உலோகக்கலவைகள் எடுத்துக்காட்டுகளாகும். பதிலீட்டு வகைத் திண்மக் கரைசல்களை உருவாக்குவதற்கு இருவகை அணுக்களும் குறுக்களவில் 14%க்கு மேற்பட்டு மாறுபடக் கூடாது. இரு வகைப் பொருள்களும் ஒரே படிக உருக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

மாசு அணுக்கள் படிகத்தில் இயல்பு அணுக்களைவிட மிகச் சிறியனவாக இருப்பின், அவை படிக அணு இருக்கைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதிகளில் அமரக்கூடும். இரும்பு, குரோமியம் ஆகியவற்றில் புகுந்துவிடும் ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கார்பன் போன்ற சிறு தனிம அணுக்கள் இவ்வகைத் திண்மக் கரைசலைத் தோற்றுவிக்கின்றன. குறிப்பாக, இரும்புப் படிகத்தில் கார்பன் அணு புகுதல் எஃகு

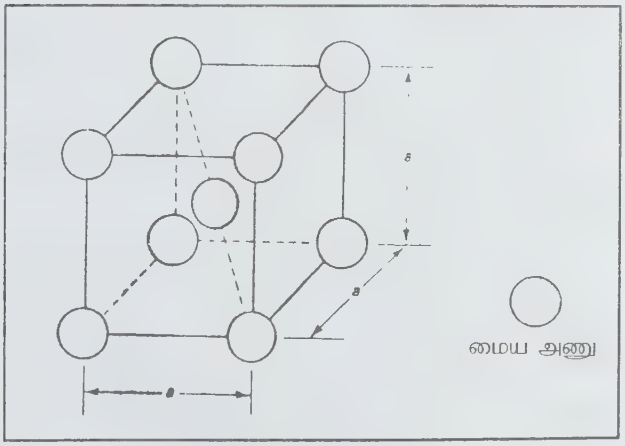
தயாரிப்புக்கு அடிப்படைச் செயலாகும். இரும்புப் படிகத்தில் இடைவெளிப் பகுதியின் அளவு கார்பன் அணுவின் குறுக்களவுக்குச் சமமாக உள்ளமையால் எளிதில் கார்பன் அணுக்கள் அங்குச் சென்றடைகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை கார்பனால் நிரப்பப்பட்ட இரும்பு கடினத் தன்மை, நீட்சி, தகடாக்குமை ஆகியவற்றை உரிய அளவில் பெற்றிருப்பதுடன் அது எளிதில் நொறுங்குவதில்லை. இத்திண்மக் கரைசலே எ.்.கு எனப்படுகிறது. மேன்மேலும் கார்பன் அணுக்களைப் படிக இடைவெளிகளில் புகுத்திக் கொண்டே இருந்தால், ஒரு நிலையில் கடினத்தன்மை மிகக் கூடுதலாகி, உடன் விளைவாக நொறுங்கும் தன்மையும் கூடுகிறது. இந் நிலையிலுள்ள இரும்பு - கார்பன் கலவையே வார்ப்பிரும்பு ஆகும்.



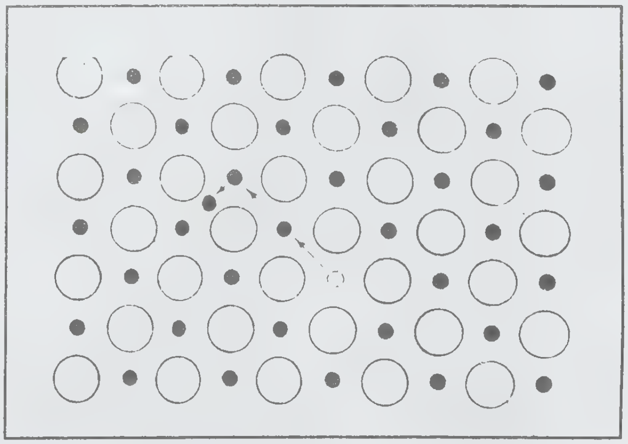
படம் 1



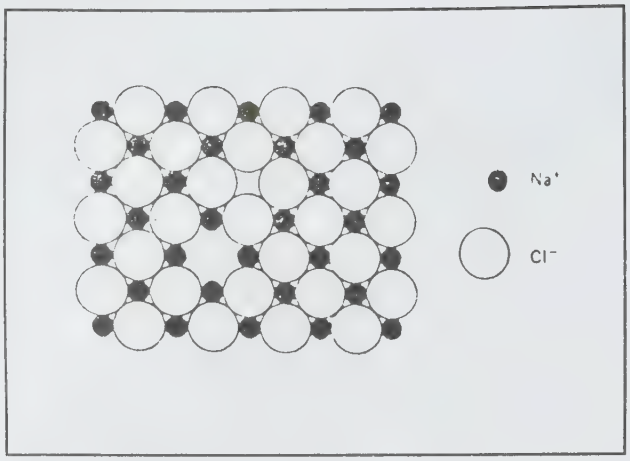
படம் 2



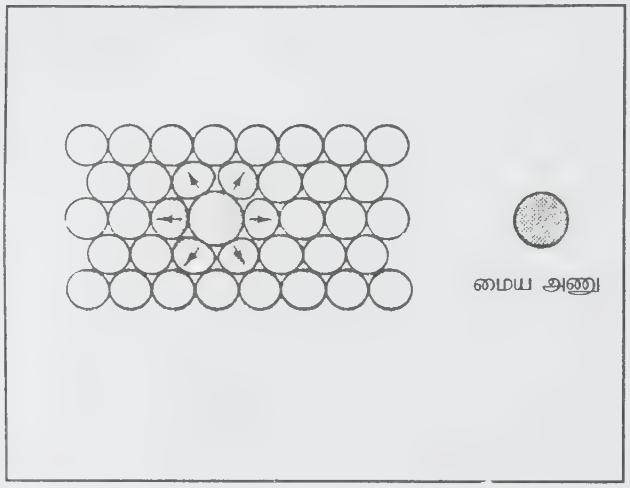
படம் 3



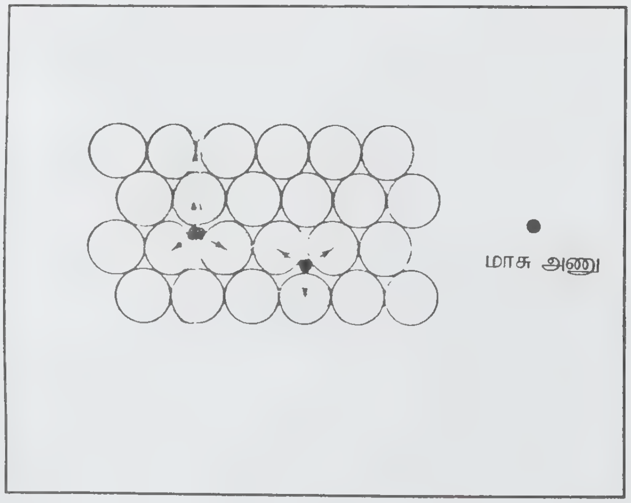
படம் 4



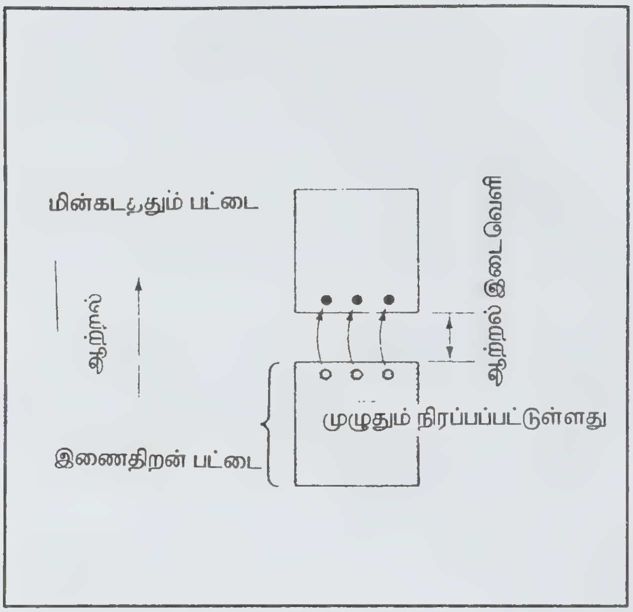
படம் 5



படம் 6



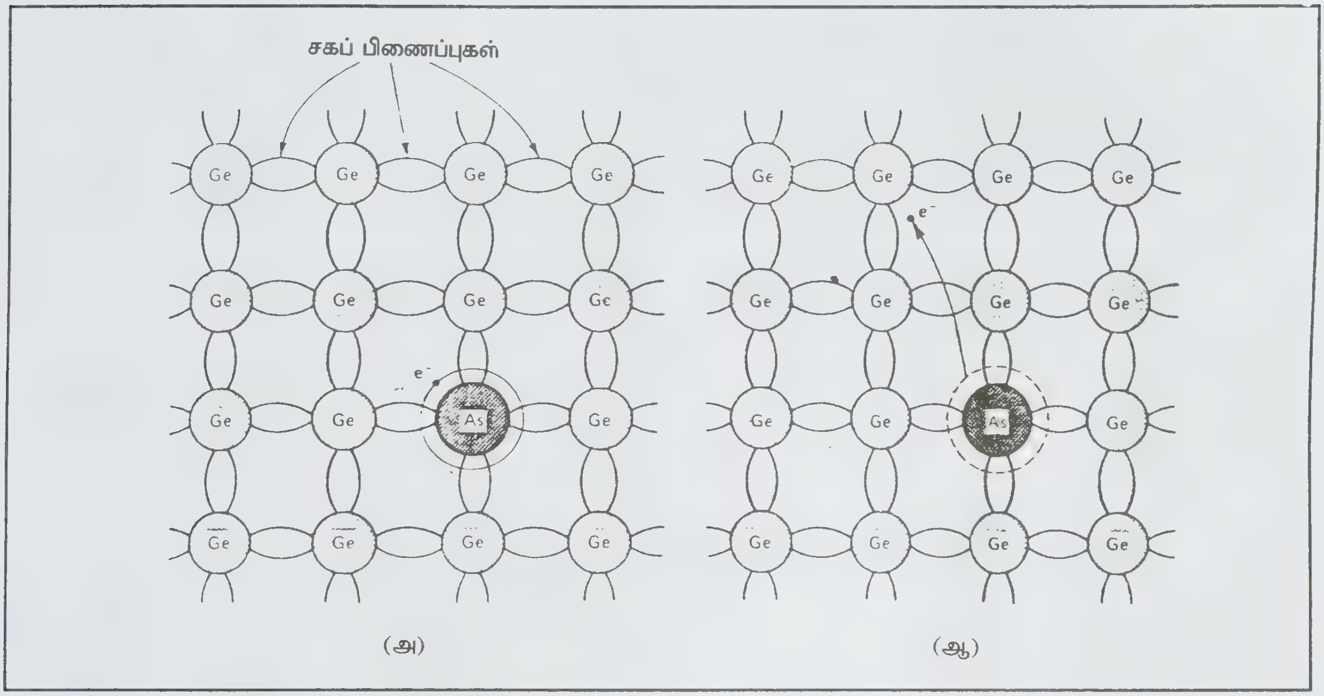
படம் 7



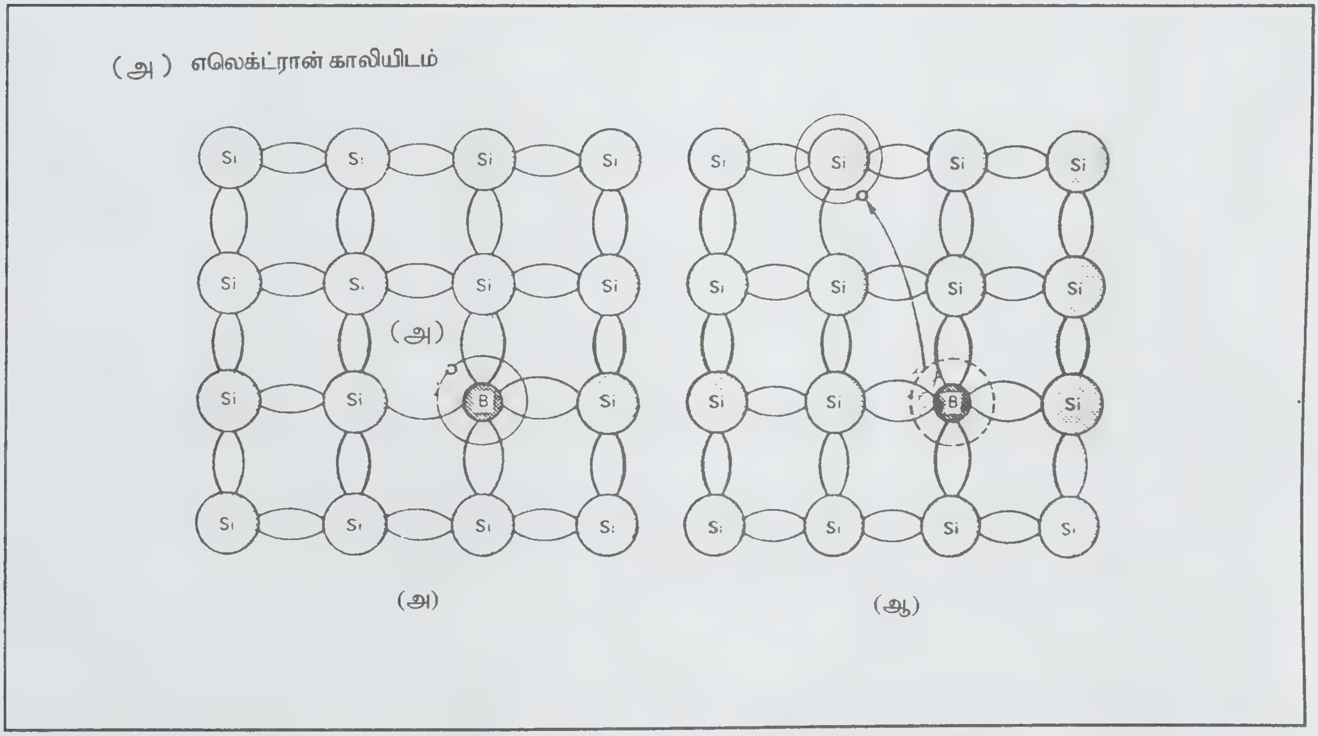
படம் 8

பெயர்ச்சிகள் (dislocations). குறைபாடுகள் ஒரு கோட்டில் அமைந்தால் அவற்றுக்குப் பெயர்ச்சிகள் எனப் பெயர். இவை விளிம்புப் பெயர்ச்சி (edge dislocation), திருகு பெயர்ச்சி (screw dislocation) என இரு வகைப்படும். ஒரு நல்லியல்புப் படிகதத்தில் கூடுதலாக ஓர் அணுச் சமதளத்தைச் செருகினால் விளைவது விளிம்புப் பெயர்ச்சியாகும். ஒழுங்காக அடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு படிகப்பகுதியைச் சுற்றி ஒரு வட்டத்தைக் கற்பனையில் வரைந்து அதன் நீளத்தைக் குறித்துக் கொண்டு, படிகக் குறைபாடுள்ள தொகுதியைச் சுற்றி அதே போன்று வட்டப் பாதை அமைத்தால், இப்பாதையின் நீளம் கூடுதலாக இருக்கும். எண்மதிப்பு மட்டுமன்றித் திசையும் கொண்ட இக்கூடுதல் நீளத்தைப் பர்ஜர் நேரியம் (Burger vector) எனலாம். பெயர்ச்சிக் கோட்டுக்குப் பெர்ஜர் நேரியம் செங்குத்தாக இருந்தால் அப்பெயர்ச்சி விளிம்பு வகையாகும். பெயர்ச்சிக் கோடும் பெர்ஜர் நேரியமும் இணையாக இருந்தால் அப்பெயர்ச்சி திருகு பெயர்ச்சியாகும்.

புறப் பரப்புக் குறைபாடுகள் அல்லது அடுக்குக் குறைகள் (stacking faults). இரு பரிமாணங்களில் பரந்து அமைந்த குறைபாடுகளில் சிறுமணிப் பிளவுகள் (grain boundaries) தோன்றுவதற்கு வாய்ப்பு மிகுதி. வெவ்வேறு வடிவங்களைக் கொண்ட சிறு படிகங்கள் ஒன்றோடொன்று சரிவரப் பொருந்துவதில்லையாதலால் ஒரு திண்மப் பொருளை நுண்ணோக்கி வழியாக உற்று நோக்குகையில் சிறு படிகங்கள் பாளங்களாகத் தெரியும். திண்மத்திலுள்ள மாசுப் பொருள்கள் பெரும்பாலும் பாளங்களின் பிரிப்பு எல்லைகளில் செறிவேற்றம் அடைகின்றன.



படம் 9



படம் 10

அட்டவணை - 1

தோற்றுவாய் / இயல்பு / ஆற்றல்	அயனிப் பிணைப்பு	சகபிணைப்பு	உலோகப் பிணைப்பு	வாண்டல்வால்ஸ் பிணைப்பு	ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு
1	2	3	4	5	6
தோற்றுவாய் (Origin)	கூலூம்பு வகை இடையீடு	வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் பங்கீடு	வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளடங்காமற் போதல் (delocalisation)	வலிக்குறைந்த கூலூம்பு இடையீடு	வாண்டல்வால்ஸ் பிணைப்பை விட வலிக்கூடுதலான கூலூம்பு இடையீடு
வலு	வலிவான, கடினமான படிகங்கள்	வலிமிக்க படிகங்கள் அல்லது தனி வளிம மூலக்கூறுகள்	வேறுபட்ட வலிமை மதிப்புகளைக் கொண்டவை. ஓர் அடுக்கு மற்றவற்றிலிருந்து விலகிச் சரிதல் உண்டு.	வலிக்குறைந்த மென்மையான படிகங்கள்	அடர்த்தி குறைந்த உயர் உருகுநிலை கொண்ட படிகங்கள்
ஆவியாதல் வெப்பம் (கி.கலோரி / மோல்)	ஆய்வில் அறியப்பட்டவையல்ல, அறிமுறை வழியில் கணக்கிடப்பட்டவை. Nacl 153 LiI 130 Mgo 242	வைரம் 170 கார்பொரண்டம் 283 சிலிக்கா 405	Na : 26 Fe : 94 Zn : 28	He = 0.02 N_2 = 1.86 CH_4 = 2.40	∴பீனால் (-O H....O) = 4.4 HF(F-H....F) = 6.8
வெப்ப இயல்புகள்	உயர் உருகுநிலை, குறைந்த வெப்ப விரிவுக் குணகம்.	உயர் உருகுநிலை, குறைந்த வெப்ப பிரிவுக் குணகம்.	மாறுபடும் உருகுநிலை சோடியம் எளிதில் உருகும்; டங்ஸ்டன் 3000°C இலும் உருகாது, உயர் வெப்ப விரிவுக் குணகம்	குறைந்த உருகு நிலை, உயர் வெப்ப விரிவுக் குணகம்	உயர் உருகுநிலை (வாண்டர்வால்ஸ் படிகங்களுடன் ஒப்பிடுகையில்)
மின்னியல் பண்புகள்	ஓரளவேயான மின்கடத்தாப் பண்பு, நீர்ம நிலையிலும், கரைந்த நிலையிலும் மின் கடத்தும் இயல்பு ; அயனிகளே மின் கடத்தும் துகள்கள்	திண்ம, நீர்ம நிலைமைகள் இரண்டிலுமே மின்கடத்தா இயல்பு.	திண்ம, நீர்ம நிலைமைகளில் மின் கடத்துமை கொண்டவை. இங்கு எலெக்ட்ரான்கள் மின் சுமைதாங்கிகள்	மின்கடத்தா பொருள்கள்	பிணைப்புக்கும் மின் கடத்துமைக்கும் தொடர்பு இல்லை.
ஒளியியல் பண்புகள்	உட்கூறுகளான அயனிகளைப் பெறுத்து அமையும்	உயர் ஒளிவிலகல் எண் காணப்படல்	ஒளிபுகாவிடா இயல்புடைத்தன; பளபளப்பானவை	உட்கூறுகளான தனித்தனி மூலக்கூறுகளின் இயல்பை பொறுத்தவை.	அகச்சிவப்புக் கதிர் மோதலில் சக பிணைப்பிலிருந்து வேறுபட்ட இயல்புடையவை.
எடுத்துக் காட்டுகள்	NaCl MgO $A\ell_2O_3$	வைரம் மெத்தேன் ஆக்சிஜன்	இரும்பு, தாமிரம் டைட்டேனியம்	ஆர்கான், நியான், கிரிப்டான்	பனிக்கட்டி, HF

இரட்டைச் சமதளம் (twining plane) எனும் குறைபாட்டில் படிக உள்ளமைப்பின் ஒரு பகுதி மற்றொன்றின் (அண்மைப் பகுதியொன்றின்) ஆடிப் பிம்பமாகத் (mirror image) தெரியும். ஆற்றுதல் வழி இரட்டைத்தளம் (annealing twin), வடிவமாற்ற இரட்டைத் தளம் (deformation twin) என இருவகைகள் இங்குண்டு. பொருள் மையக் கன சதுர அமைப்புக் கொண்ட இரும்புக் கலவைகளின் மீது குறை வெப்ப நிலைகளில் உடன் பளு ஏற்றும் போது நியூமன் பட்டைகள் (Newman Bands) எனப்படும் இரட்டைச் சமதளங்கள் உருவாகின்றன.

பிறிதொரு வகைத் திண்ம வகையீடு. இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளின் அடிப்படையில் திண்மங்களை உலோகங்கள், பீங்கான் பொருள்கள் (ceramics), பல்லுறுப்பிகள் (polymers) எனப் பகுக்கலாம். தனிம வகை உலோகங்களுடன் டங்ஸ்டன் வெண்கலங்கள் என்னும் ஆக்சைடு வகைப் பொருள்களும் இவ்வகையீட்டில் உலோகங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. பிற பண்புகளைவிட மின்கடத்துமையே உலோகத் தன்மையை நன்கு சுட்டுவதாகக் கருதப்படுகிறது. தகைவு திரிபு வரைபடங்களின் வடிவங்களும் இம்மூன்று வகைப் பொருள்களில் முற்றிலும் மாறுபட்டுள்ளன. உலோகங்களுக்கு மீள் தன்மை (elasticity), நெகிழ்வு (plasticity) இரண்டுமே வெவ்வேறு தகைவு வரம்புகளில் காணப்படுகின்றன. பீங்கானிலும் (கண்ணாடி உள்ளிட்ட ஆக்சைடு வகைப் பொருள்களில்) செங்கல், சிமெண்ட் ஆகிய கட்டுமானப் பொருள்களிலும் மீள்தன்மை எல்லையில் பொருள் வெடிப்புறும்; உடையும் அல்லது நொறுங்கும். நெகிழ்வுநிலை இப்பொருள்களுக்குக் கிடையாது. நெகிழி, ரப்பர் ஆகிய பல்லுறுப்பிகள் திண்ம நீர்மக் கலப்பினமாகச் (visco- elastic)செயல்படுகின்றன.

உலோகங்கள் யாவுமே படிகங்கள். பீங்கானில் (களிமண், செங்கல் வகைப் பொருள்களில்) மக்னீசியம் ஆக்சைடைப் போன்ற படிகப் பொருள்களும், கண்ணாடியைப் போன்ற குளிர்விக்கப்பட்ட நீர்மமாகவோ, படிகத் தன்மையற்றவையாகவோ கருதத்தக்க திண்மங்களும் உண்டு. பல்லுறுப்பிகளில் ஒரே அமைப்பில் ஒரு பகுதி படிக உருக்கொண்டும், பிறிதொரு பகுதி படிக உருவற்றும் இருக்கும். இதனால் இத்திண்மங்கள் பலவற்றுக்கு உருகு நிலையுடன் மற்றொரு நிலைமை மாறு வெப்ப நிலையும் முதன்மை பெறுகிறது. வெப்பத்தால் இளகவல்ல நெகிழி போன்ற பொருள்களைச் சூடேற்றினால், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் அவை நீட்சி நெகிழிகளாக (elastomers) அதாவது, ரப்பராக மாறுகின்றன. இவ்வெப்பநிலையைக் கண்ணாடி- ரப்பர் பரிமாற்ற வெப்பநிலை (glass transition temperature)என்பர். நெகிழிகளையும் ரப்பர்களையும் பயன்படுத்துகையில் நடைமுறையில் தோன்றக்கூடிய வெப்ப வகை இடர்ப் பொருள்களைத் தவிர்ப்பதற்கு இவ்வெப்ப நிலையைப் பற்றிய விவரம் தேவைப்படுகிறது. சில நெகிழிப் பொருள்களின் கண்ணாடி-ரப்பர் பரிமாற்ற வெப்ப நிலைகள் அட்டவணை 2இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை - 3

பல்லுறுப்பியின் பெயர்	கண்ணாடி மாற்ற வெப்பநிலை $T_g(^0C)$	உருகு நிலை $T_m(^0C)$	$T_g(K)/T_m(K)$
பாலி ஐசோப்ரின் (இயற்கை ரப்பர்)	-70	28	0.67
பாலி வினைலிடீன் ∴புளூரைடு	-39	210	0.48
பாலி வினைல் குளோரைடு	82	180	0.78
பாலி ஸ்டைரீன்	100	230	0.75
பாலி எத்திலீன்	-68	135	0.50
பாலி புரோப்பிலீன்	-18	176	0.57
நைலான் -6	47	225	0.64
பாலி மெத்தில் மெத்தாக்ரிலேட் (லூசைட்)	38	160	0.71
பாலி அக்ரிலோநைட்ரல்	97	341	0.60

வேதிப் பண்புகளில் உலோகங்கள், களிமண் வகைப் பொருள்கள், நெகிழிகள் ஆகியன வேறுபடுகின்றன. தங்கம், வெள்ளி போன்ற சில உலோகங்களைத் தவிர மற்றவை அமிலம் அல்லது காரம் அல்லது இவை இரண்டாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. கண்ணாடியும் பீங்கானும் அமிலத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை; ஆனால் காரத்தில் கரைகின்றன. உலோகம், பீங்கான் ஆகிய இருவகைப் பொருள்களுமே கரிமக் கரைப்பான்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. நெகிழிகளில் ஒரு வகை (வெப்பத்தில் இளகவல்லன) கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைகின்றன அல்லது கரிமக் கரைப்பான்களில் பருத்து உப்புதல் அடைகின்றன. நெகிழிகள் ஓசோனால் எளிதில் தாக்கப்படுகின்றன.

குறை கடத்தித் திண்மங்கள். ஆற்றல் மாற்று அமைப்புகள், மின்னணுவியல், வினையூக்கியியல் போன்ற பல முதன்மைத் துறைகளில் குறை கடத்திகள் பெரும் பங்கு கொண்டுள்ளன. எனவே, இப்போது குறை கடத்தித் திண்மங்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி உலகெங்கிலும் தீவிரப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

திண்மத் தனிமங்களின் எலெக்ட்ரான்களைக் கட்டுண்ட எலெக்ட்ரான்கள் என்றும் கட்டில்லா எலெக்ட்ரான்கள் என்றும் பிரித்தறியலாம்: கட்டுண்ட எலெக்ட்ரான்கள் எனப்படுபவை முழுதுமாக ஓர் அணுவைச் சார்ந்தவை. இவ்வெலக்ட்ரான்கள் யாவும் ஒரு குறுகிய ஆற்றல் வரம்புக்குள் உள்ளமையால் அவற்றை மொத்தமாக அணுவுறை (எலெக்ட்ரான்) பட்டை (valence band) என்று குறிப்பிடலாம். பல அணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு மூலக்கூறாகும் போது, பல அணுக்களோ மூலக் கூறுகளோ ஒன்று சேர்ந்து படிகத்தில் அமைந்திருக்கும்போது அணுக்களின் வெளிச் சுற்றிலுள்ள (outer orbitals) இரட்டையுறாத (unpaired) எலெக்ட்ரான்கள் யாவும் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களுக்கு (பொது எலெக்ட்ரான் மண்டலங்களுக்கு) மாற்றப்படுகின்றன.

மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களுக்கு இடம்பெயர்ந்த எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு மின்புலத்தில் எளிதில் இயங்கக் கூடியன. இவ்வெலக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகளைப் பொதுவாகக் கடத்தும் பட்டை (conduction band) எனக் குறிப்பிடலாம். அணுவுறை பட்டையிலிருந்து எலெக்ட் ரான்களைக் கடத்தும் பட்டைக்கு மாற்றுவதற்கு ஆற்றல் பயனாகிறது. சில திண்மங்களில் இரு பட்டைகளுக்கும் இடையே ஆற் றல் வேறுபாடு மிகவும் கூடுதலாக இருக்கும். அறை வெப்ப நிலையில் கிட்டும் வெப்ப ஆற்றல் (kT) எலெக்ட்ரான்களைக் கடக்தும் பட்டைக்கு மாற்றுவதற்குப் போதுமானதாக இராது. இத்திண்மங்கள் மின்கடத்தாத் தன்மையன. இதற்கு நேர்மாறாக உலோக வகைத் திண்மங்களில் இரு பட்டைகளும் ஒன்றன் மீது ஒன்று பொருந்தி, சில ஆற்றல் நிலைகள் இரண்டுக்கும் பொதுவாகிவிடும். இந்நிலையில் திண்மத்தில் மின்கடத்துமை இயல்பாக அமைந்துவிடும். வெப்ப ஆற்றல் உள்ளீடு தேவையில்லை. மூன்றாம் வகைத் திண்மங்களில் இரு பட்டைகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு குறைவாக இருக்கும் (படம் 8). எனவே, எலெக்ட்ரான்களைக் கடத்தும் பட்டைக்கு மாற்றுதல் எளிது. இத்திண்மங்களின் மின்கடத்தும் திறன் உலோகங்கள் மற்றும் மின்கடத்தாப் பொருள்களின் மதிப்புகளுக்கு இடைப்பட்டதாக இருக்கும். உள்ளார்ந்த குறை கடத்திகள் (intrinsic semiconductors) எனும் இவ் வகைக்குச் சிலிக்கான், ஜெர்மானியம் ஆகியன எடுத்துக் காட்டுகளாகும்.

மற்றொரு வகைக் குறை கடத்திகளில் கடத்தும் பட்டைக்கு எலெக்ட்ரான்களை மாசு அணுக்களிலிருந்து மாற்றலாம். இதனை n- வகைக் (n என்றால் எதிர்க்குறியீடு எனப் பொருள்) குறைக் கடத்தி என்பர் (படம் 9). சில குறைகடத்திகளின் அணுவுறை எலெக்ட்ரான் பட்டையிலிருந்து மாசு அணுவுக்கு எலெக்ட்ரான்களை மாற்றலாம். இதனை p வகை (p - என்றால் நேர்குறியீடு எனப் பொருள்) என்பர் (படம் 10). முந்தைய அமைப்பில் மாசு அணுவை வழங்கி அணு (donor atom) என்றும், பிந்தைய அமைப்பில் மாசு அணுவை ஏற்பி அணு (acceptor atom) என்றும் குறிப்பிடுவர். இம்மாசு அணுக்கள் படிக அணுக்களினின்றும் வேறுபட்ட தனிம அணுக்களாகவே இருந்தாக வேண்டும் என்னும் கட்டாயம் இல்லை. படிகத்திலுள்ள முதன்மை அணுவும் மாசு அணுவும் ஒரே தனிமத்தின் அணுக்களாக இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, துத்தநாக ஆக்சைடு படிகம் ஒரு மின்கடத்தாப் பொருளாக இருத்தல் வேண்டும் என்று அதன் அயனி அமைப்பிலிருந்து எதிர்பார்க்கலாம். ஆனால் ZnO ஒரு குறை கடத்தியாகும். ZnO படிக அமைப்பில் அயனி இருக்கைகளுக்கு இடைவெளிகளில் துத்தநாக அணு இடம் பெற்றிருத்தல் வழக்கம். இவ்வணுவிலுள்ள வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் (இரண்டு) மின்புலத் தாக்கத்தினால் இடம்பெயர்ந்து அணிக் கோவையிலுள்ள துத்தநாக அயனியை அடைகின்றன. இதனால் ஓர் அயனி மாற்றம் பெற்று அணுவாகவும், அணு மாற்றம் பெற்று அயனியாகவும் மாறுகின்றன. இவ்வெலக்ட் ரான்கள் இவ்வாறு தாவிச் சென்று கொண்டே உள்ளமையால் மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது. எலெக்ட்ரான்களால் மின்னோட்டம் நிகழ்வதால் இப்பொருள் ஒரு குறை கடத்தியாகக் கருதப்படுகிறது. வெண்ணிறம் கொண்ட துத்தநாக ஆக்சைடு நன்கு பழுக்கக் காய்ச்சும்போது (500° C இல்) மஞ்சள் நிறமாகிவிடுகிறது. மீண்டும் குளிர்விக்கப் பட்டபின் வெண்ணிறத்துக்குத் திரும்புகிறது. இதனையும் ZnO படிகத்தில் மிகையாகவுள்ள Zn அணுவின் பாதிப்பாகக் கருதலாம்.

நிக்கல் ஆக்சைடு படிக அமைப்பில் ஒரு சில இடங்களில் Ni^{2+} அயனிக்குப் பதிலாக Ni^{3+} அயனி இடம்பெறும். Ni^{2+}அயனியிலிருந்து Ni^{3+} அயனிக்கு மின்புலத்தாக்கத்தினால் எலெக்ட்ரான் மாற்றம் நிகழும். இம்மாற்றத்தை Ni^{3+} அயனியிலிருந்து ஒரு மின்துளை (hole) Ni^{2+} அயனிக்கு மாறியதாகக் கருதலாம். Ni^{3+} அயனியின் தோற்றத்திற்கு அடிப்படைக்காரணம் அண்மையில் ஒரு Ni^{3+} அயனி தக்க இருக்கையிலிருந்து மறைந்துபோவதாகும். NiO ஒரு p வகைக் குறை கடத்தியாகும்.

n - வகைக் குறைக்கடத்தி ஆக்சைடுகள் ZnO, TiO_2, V_2O_5

p - வகைக் குறைக்கடத்தி ஆக்சைடுகள் Cu_2O, NiO, FeO

இவ்வாக்சைடுகளில் உலோக அணுக்கள் விகிதவியல் கணக்கீட்டுப்படி அமைவதில்லை. விகிதவியலுக்குப் புறம்பான (non-stochiometric) ஆக்சைடுகள் யாவுமே குறைகடத்தித் திண்மங்களாக விளங்குகின்றன. ஒரு திண்ம ஆக்சைடிலுள்ள உலோக அயனிக்கு எட்டவல்ல கீழ்நிலையில் ஆக்சஜனேற்ற எண் (சுழி உள்பட) அமைந்திருக்குமாயின், அவ்வாக்சைடு ஒரு n- வகைக் குறை கடத்தியாக விளங்கும். மாறாக, ஒரு திண்ம ஆக்சைடிலுள்ள உலோக அயனிக்கு மேல் நிலையில் ஆக்சஜனேற்ற எண் அமைந்திருக்குமாயின், அவ்வாக்சைடு ஒரு p வகைக் குறை கடத்தியாகச் செயல்படும். இவ்வியல்புகளினால் இவ் வாக்சைடுகள் சிறந்த வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

சோடியம் குளோரைடு உப்பைச் சோடியம் உலோக ஆவியில் சூடேற்றினால், நிறமற்றிருந்த உப்பு நிறத்துடன் காட்சியளிக்கிறது. இதற்குக் காரணம் NaCl உப்பில் மிகையாக Na அணுக்கள் புகுந்து எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்திற்கு வகை செய்வதேயாகும். இத்தோற்றப்பாட்டை வண்ணத் தோற்றுவாய்கள் (colour centres) என்பர். n வகை, p வகை போன்று இங்கு F வகை, V வகை என இரு வகைகள் உண்டு.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். J.C. Anderson, K.D. Leaver, J.M. Alexander and R.D. Rawlings, *Materials Science*, Second Edition, ELBS & Nelson, London, 1974.

அட்டவணை 2

வ. எண்	தனிமம் சேர்மம்	படிக உருவம்	நிலைத்திருக்கும் வெப்பநிலையும் ($O^{\circ}C$) வரம்பு
1.	இரும்பு	பொருள் மைய கனசதுரம் α	<906
		பக்க மைய கனசதுரம் γ	906-1403
		பொருள் மைய கன சதுரம் δ	<1403 (உருகுநிலை வரை)
2.	கோபால்ட்	நெருககமான அறுகோண அமைப்பு	<420
		பக்க மைய கனசதுரம்	420 - 1495
3.	வெள்ளீயம்	கனசதுரம் α /சாம்பல் நிறம் நீள் கன சதுரம்	<13
		β / வெண்ணிறம்	13-232
4.	குரோமியம்	நெருக்கமான அறுகோணம் β	<20
		பொருள் மைய கனசதுரம் α	20-1799
5.	டைட்டேனியம்	நெருக்கமான அறுகோணம் α	<879
		பொருள் மைய கனசதுரம் β	879-1727
6.	சிலிக்கா (SiO_2)	குவார்ட்ஸ்	<870°
		டிரிடிமைட்	870-1470
		கிரிஸ்டோபலைட்	> 1470°
7.	ஆன்டிமனி சல்ஃபைடு (Si_2S_3)	சிவப்பு வகை	<200°
		கறுப்பு வகை	> 200
8.	டைட்டேனியம் டை ஆக்சைடு (TiO_2)	அனட்டேஸ்	<860
		புருக்கைட்	860-1040
		ரூட்டைல்	> 1040

திண்ம நீர்மங்களில் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலை

சாதாரண வெப்பநிலை அடர்த்தியில் ஓர் அணு அல்லது மூலக்கூறு வளிமத்தில் தனி அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் எலெக்ட்ரான்களால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. நிறைவுற்ற நிலை (occupy state) தனித்த அமைவின் சிறப்பியல்பைக் கொண்டுள்ளது. இந்நிலைகள் அலைச் சார்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இவை தாய்-நிலை அணு அல்லது மூலக் கூறிலிருந்து அடுக்குக்குறி அமைப்பில் சிதைவுறுகின்றன. அமைப்பில் ஆற்றல் நிலை கூர்மையாக இருக்கிறது. வெவ்வேறு அணுக்களில் எலெக்ரான்களுக்கு இடைப்பட்ட இடையீடு (interaction) சராசரியாக வலிமை குன்றிக் காணப்படுகிறது.

இடையீடுகள் வெளிப்புற அணுக்கூடுகளிலிருந்தும் எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் நிலைகள் விரிவுபடுத்துகின்றன. எலெக்ட்ரான் நிலைகளை விளக்குவதற்குத் தனிப்பட்ட அணு அல்லது மூலக்கூற்றைவிட இம்முறை சிறந்ததாகும். இந்நிலைகளே பட்டை நிலைகள் (bank states) எனப்படுகின்றன. இயல்பான அணுவிடைத் தொலைவைக் கொண்ட திண்மங்களின் வெளிப்புறக் கூடுகளே விரிந்து பட்டைகளைக் கொண்டுள்ளன. நெருங்கிப் பிணைந்த உள்ளக நிலைகளின் ஆற்றல்கள் மிகக் கூர்மையாக இருக்கும். இக்கருத்துகள் ஒரு தெளிவற்ற வழிமுறை ஆகும். குறிப்பிட்ட அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் இடம் பெறுவது சுருங்கிய கட்ட நிலையில் (conduced phase) திண்மம் அல்லது நீர்மமாக உள்ளமைக்குப் பொருத்தமாகவோ பொருந்தாமலோ இருக்கிறது. வரிசை அல்லது வரிசையிலாவற்றிற்குச் சாரா நிலையில் அமைகிறது. ஆனால் உலோகங்களுக்கு நிலைகள் வேறுபட்ட அணுமட்டங்களைக் (atomic levels) கொண்டுள்ளன.

இப்பொதுவான கொள்கைகளை வரிசையான வரிசையிலா நிலைகளுக்குப் பிரித்தறிய முடிவதில்லை. திண்ம நீர்மங்களின் எலெக்ட்ரான் நிலைகளைப் படிகங்களுக்கு எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாம். அதுபோலக் கலப்பு உலோகங்களைவிட்த் தூய பொருள்களுக்கு (materials) எலெக்ட்ரான் நிலைகளை எளிதில் விளக்கலாம். இதற்குக் காரணம் மிகு வீச்சு அமைப்பியல் வரிசை எலெக்ட்ரான் நிலைகளுக்குக் கணிதவியல் விளக்கத்தைக் கொடுக்கிறது. வரிசையான அமைவைச் சோதனை முறையில் எளிதில் விளக்கலாம். வரிசையான அமைவிற்கு மட்டும் பல சோதனைகள் உள்ளன. இதற்குக் காரணம் எலெக்ட்ரானின் மோதலிடைத் தொலைவு (mean free path) மிகுதியாக உள்ளமையே ஆகும்.

வரிசையான திண்மங்களின் எலெக்ட்ரான் நிலைகள். குறிக்கோள் படிகங்களின் (ideal crystals) நிலைகளை விளக்குவதன் குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பியல்பு காலாந்தரம் (periodicity) ஆகும். இங்கு மேற்பரப்புகளைத் தவிர்க்கவேண்டும். நேரியல் அணிக்கோவைத் (direct lattice) திசையன்கள் Ri ஆகும்.

$$R_i = n_{i1} a_1 + ni_2 a_2 + n_{i3} a_3 \quad .... \; 1)$$

இங்கு ai என்பது மூன்று அனுமதிக்கப்பட்ட படிகத் திசையன்கள்; n_{ij} என்பது முழு எண்கள் ஆகும். அனைத்து அணுக்களும் R_i ஆல் இடம் பெயர்க்கப்பட்டால் படிகம் மாறுபடுவதில்லை. ஒற்றைத் துகள் நிலையிலிருந்து எலெக்ட்ரான் நிலையைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். ஒவ்வோர் எலெக்ட்ரானும் அதற்கெனத் தனி அலைச் சார்பைக் கொண்டுள்ளது. இந்த அலைச்சார்பு சுரோடிஞ்சர் சமன்பாட்டின் தீர்வாக உள்ளது.

$$H\psi = E\psi \; ..... \quad (2)$$

இங்கு H என்பது ஹேமல்டோனியன் சார்பு. இது காலாந்தரமாக இருக்கும்போது

$$H(r + R_i) = H(r) \; ..... \quad (3)$$

காலாந்தர ஹேமல்டோனியனுக்கு (பிளாக் தேற்றம்) சுரோடிஞ்சர் சமன்பாட்டின் தீர்வு

$$\psi (r + Ri) = \exp.R_i\, ik.\, R\, \psi (r) \; ... (4)$$

நேரியல் படிகத் திசையனால் எலெக்ட்ரானின் ஆயங்கள் மாறுபடும்போது அலைச்சார்பில் மாறுபடுவது கட்டக் காரணியின் (phase factor) பெருக்கம் ஆகும். K என்பது அலைத்திசையன் ஆகும். இதை எலெக்ட்ரான் நிலையை விளக்கும் குவாண்டம் எண்களுடன் தொடர்புபடுத்த முடியும். அலைச்சார்புடன் சேர்த்து இதை $\psi_k(r)$ அல்லது $\psi(k,r)$ எனக் குறிப்பிடலாம். அலைச்சார்பைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\psi (k,r) = \exp (ik.r)\; u (k,r) \quad .... (5)$$

u(k,r) ஒரே காலந்தர ஹேமல்டானியனாக இருக்கும்போது

$$u(k,r+R_i) = u (k,r) \quad ..... \; (6)$$

u(k,r) படிகத்தின் ஒவ்வோர் ஒற்றைக்கூடும் (unit cell) திரும்ப இடம்பெறும்.அலைசார்பு ψ என்பது காலாந்தரச் சார்புழல் ஒவ்வோர் ஒற்றைக் கூடும் தள அலைப் பண்பேற்றப்பட்ட அலைச் சார்பாகும். தலைகீழ் அணிக் கோவைத் திசையன் K_s பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$K_s = n_{s1} b_1 + n_{s2} b_2 + n_{s3} b_3 \quad ..... \quad (7)$$

இங்கு n_{si} என்பன முழு எண்கள். b திசையன்கள் a உடன் பின்வருமாறு தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

$$b_i \cdot a_j = 2\pi\, \delta ij \quad ...... \quad (8)$$

b ஐ எளிதில் கணக்கிடலாம்.

$$b_1 = \frac{2\pi\,(a_2 \times a_3)}{a_1 \cdot (a_2 \times a_3)} \quad ...... \quad (9)$$

ஏனைய b இன் மதிப்புகள் சுழல் வரிசை மாற்றத்தால் (cyclic permutation) பெறப்படும். அனைத்து நேர் மற்றும் தலைகீழ் அணிக்கோவைத் திசையன்கள் பின்வரும் கட்டுப்பாட்டிற்கு உட்படுகின்றன.

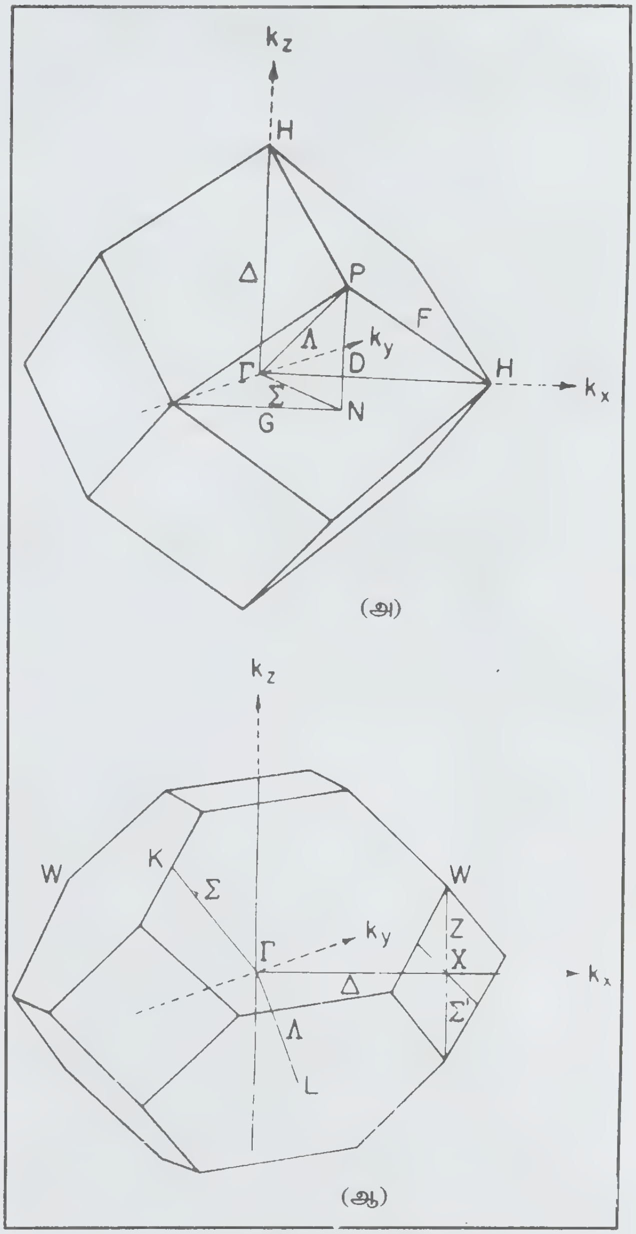
$$K_s \cdot R_i = 2\pi \text{ X முழு எண்} \quad ...... \quad (10)$$

தலைகீழ் அணிக்கோவை நேர் அணிக்கோவையைப் போன்றோ இராமலோ அமையலாம். எடுத்துக்காட்டாக நேர் அணிக்கோவை எளிய கனசதுரமாக இருந்தால் தலைகீழ் அணிக்கோவையும் அதுவாகவே இருக்கும். ஆனால் நேர் அணிக்கோவை உரு மையக் கனசதுரமாக (body centered cubic) இருந்தால் தலைகீழ் அணிக்கோவை முக மையக் கனசதுரமாக (face centred cube) இருக்கும். சமன்பாடு (10) பின்வருமாறு மாறுபடுகிறது. K, K' என்பவை இரண்டு அலைத் திசையன்கள். இவை தலைகீழ் அணிக்கோவைத் திசையனிலிருந்து மாறுபடும்.

$$K' = K + K_s$$

$$\exp.ik.R_i = \exp.\ ik' Ri \quad ..... \quad (11)$$

இதனால் φ^1 (k,r) மற்றும் φ (k,r) சமன்பாடு (4)ஐப் பொறுத்து அனைத்து அணிக்கோவைப் பெயர்ச்சிகள் ஒத்து அமையும். இது ஒரே சார்பாகவும் கருதப்படுகிறது. இக்காரணங்களால் அலைத்திசையன்கள் உந்த வெளியில் (momentum space) ஒரு பகுதியில் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இது பிரிலாயின் மண்டலம் (Brillouin zone) எனப்படுகிறது. இவ்வகையில் இரண்டு உள்ளிடப் புள்ளிகள் அணிக்கோவைத் திசையனால் மாறுபடுவதில்லை. படம் 1 இல் பிரிலாயின் மண்டலத்திற்கு இரண்டு எடுத்துக்காட்டுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 1. பிரிலாயின் மண்டலம்

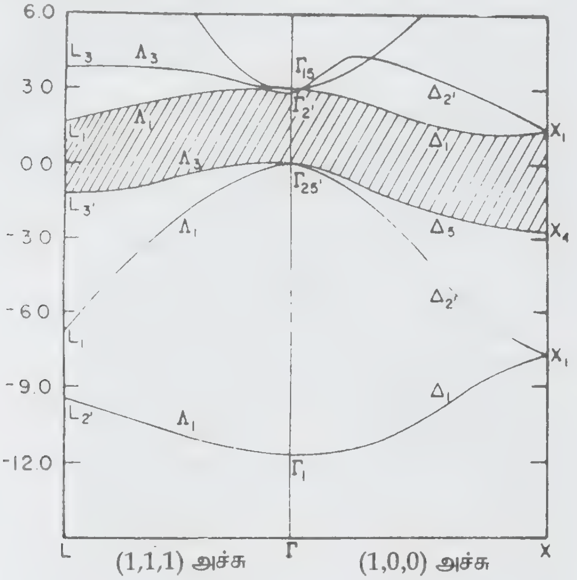
அ. உருவமையக் கனசதுர அணிக்கோவை
ஆ. முகமையக் கனசதுர அணிக்கோவை

பிரிலாயின் மண்டலத்தில் அலைத்திசையன் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு கட்டுப்படுத்தப்படும்போது சுரோடிஞ்சர் சமன்பாட்டின் பல தீர்வுகள் ஒரே அலைத்திசையனாகவும் ஆனால் வெவ்வேறு ஆற்றலைக் கொண்டுமிருக்கும். இந்த வேறுபாட்டுச் செங்குத்துத்

தீர்வுகளைக் குறிப்புகளால் ஆற்றலின் அடிப்படையில் வரிசைப்படுத்தினால் சமன்பாடு (2a) பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

$$H\psi_n(k,r) = E_n(k)\,\psi_n(k,r) \quad \ldots \quad (2b)$$

கொடுக்கப்பட்ட குறியீட்டு எண் n ஆற்றலின் நிலைகள் தொடர்ச்சியான பன்மடிவெளிகளை (manifold) ஏற்படுத்துகின்றன. அப்போது K இன் சார்புகள் பிரிலாயின் மண்டலத்தின் உட்பகுதியுடன் தொடர்புகொண்டிருக்கின்றன. இப்பன்மடிவெளி ஆற்றல் பட்டை எனப்படுகிறது. n என்பது பட்டைக் குறியீட்டு எண் (band index) ஆகும்.



படம் 2. அலைத்திசையன் இன் இரு திசைகளுக்கும் குறைகடத்திச் சிலிக்கானின் கணக்கிடப்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகள்.

படம் 2 இல் குறைகடத்திச் சிலிக்கானின் கணக்கிடப்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. பட்டை நிலைகள் (band states) T = OK இல் ஆற்றல் அதிகரிக்கும் வரிசையில் ∴பெர்மி-டிரேக் புள்ளியலுக்குட்பட்டு அந்த அணுவின் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும் நிரப்பப்படுகின்றன. ஆற்றலின் மிகுதியாக நிரப்பப்பட்ட நிலை ஆற்றல் பட்டையினுள் தள்ளப்படுகிறது. இந்தப் பொருள் உலோகம் ஆகும். ஆற்றல் இந்நிலை ∴பெர்மி ஆற்றல் E_F ஆகும். தோராயமாக அலைத்திசையன் K தொடர்ச்சியானதாகக் கருதப்பட்டால் K_F இன் தீர்வு ∴பெர்மிப் பரப்பை (Fermi surface) வரையறுக்கிறது.

$$E_n K_F = E_F \quad \ldots. \quad (12)$$

∴பெர்மிப் பரப்பு k வெளியின் நிரப்பப்பட்ட பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. ∴பெர்மிப் பரப்பைக் கணக்கிடப் பல சோதனை முறைகள் உள்ளன. இவை கோட்பாட்டுக் கணக்கீடுகளுடன் சரிபார்க்கப்படுகின்றன. இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை டிகாஸ்-வான் ஆல்பன் விளைவு, ரேடியோ-அதிர்வெண் விளைவு, காந்தப்புலம் சார்ந்த மின்தடை மற்றும் கேளா ஒலி அலைக் குறைப்பு (ultrasonic attenuation) என்பனவாகும்.

அருகிலுள்ள ஆற்றலிலிருந்து மிகுதியாக நிரப்பப்பட்ட நிலை வரை அனுமதிக்கப்படும் நிலைகள் இராமலிருப்பது குறைகடத்தி அல்லது கடத்தாப்பொருளாக (insulator) இருக்கும். மிகுதியாக நிரப்பப்பட்ட நிலைக்கும் குறைவான நிரப்பப்படா நிலைக்கும் உள்ள இடைப்பட்ட சிறும ஆற்றல் வேறுபாடு பட்டை இடைவெளி (band gap) எனப்படும். இது தூய குறை கடத்திகளின் வெப்பநிலை சார்ந்த மின் கடத்துமையைக் கணக்கிடப் பயன்படுகிறது. நிரம்பிய நிரம்பா நிலைகளின் சிறும வேறுபாடு ஒரே K மதிப்பிற்குக் கணக்கிடப்பட்டால் அது நேரியல் பட்டை இடைவெளி (direct band gap) எனப்படுகிறது. இது ஒளியியல் கொள்கை விளக்கங்களில் பெரிதும் பயன்படும். திண்மங்களில் எலெக்ட்ரான்களின் நகர்வு குறைந்த புற மின் புலம் (E) காந்தப்புல்ம் (B) ஆகியவற்றைப் பின்வரும் சமன்பாடு குறிப்பிடுகிறது.

$$m^* = -e\,(E + V \times B) \quad \ldots. \quad (13)$$

இங்கு e என்பது எலெக்ட்ரான் மின்னூட்ட அளவு; $\bar{i}$ என்பது தளர் நேரம் (relaxation time); இது மோதல் விளைவை விளக்குகிறது. m* என்பது பயனுறு நிறை (effective mass) ஆகும். m* பொதுவான நிலையில் ஒரு பண்புரு (tensor) ஆகும். ஏனெனில் முடுக்கமும் விசையும் ஒரே திசையில் இருக்க வேண்டிய தேவையில்லை. பயனுறு நிறை பண்புருவை ஆற்றல் பட்டைச் சார்பின் வகைக் கெழுவிலிருந்து கணக்கிடலாம். இது ஒற்றைப் பட்டையாக இருப்பினும் கணக்கிடலாம்.

$$\left(\frac{1}{m^*}\right)_{\alpha\beta} = \frac{1}{h^2}\,\frac{\partial^2 E(K)}{\partial K_\alpha \partial K_\beta} \quad \ldots\ldots \quad (14)$$

இங்கு $\alpha_1\beta$ என்பவை கார்ட்டீசியன் எண்கள் (Cartesian indices) m* ஐக் கணக்கிடுவதற்குப் பல வகையான சோதனைகள் உள்ளன. பயனுறு நிறை கட்டற்ற எலெட்ரான் நிறையைவிடக் குறைவாகப் பல பொருள்களுக்கு அமையும். (எ-டு: In, Sb)

இங்கு K இன் பகுதிகள் இன்றியமையாதவையாகின்றன. E(k) என்பது குறை வளைவாக (negative curvature) உள்ளது. இந்நிலைக்கு m* இன் மதிப்பும் எதிர்க் குறியாக இருக்கும். ஆனால் நிறை நேர் குறியாக இருப்பின் சமன்பாடு (13) இலுள்ள குறியை நேர் குறியாக மாற்ற வேண்டும். இப்பயனுறு நேர் மின்னூட்டங்கள் துளைகள் (holes) எனப்படுகின்றன. துளைகளின் கொள்கை குறை கடத்திகளில் குறிப்பிடத் தக்கதாகும். இணைதிறன் பட்டை (valence band) நிலைகள் இதன் மூலம் விளக்கப்படும்.

பிறிதோர் இன்றியமையாத கொள்கை நிலைகளின் அடர்த்தி (density of states) ஆகும். இது ஆற்றல்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட உள் இடைவெளியைக் கொண்ட பகுதி நிலைகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடப் பயன்படுகிறது. G (E) dE என்பது தற்சுழற்சியின் திசையில் நிலைகளின் எண்ணிக்கை. இவற்றின் ஆற்றல் இடைவெளி E இலிருந்து E+dE வரை ஆகும்.

$$G(E) = \frac{\Omega}{(2\pi)^3} \sum_n \int d^3K\, \delta(E - E_n(K)) \quad ..... (15)$$

இச்சமன்பாட்டில் கூடுதல் குறி அனைத்துப் பட்டைகளையும் தொகையீடு பிரிலாயின் மண்டலத்தையும் குறிப்பிடும். டெல்டாச் சார்பு ஓர் எண்ணி (counter) போலச் செயல்படுகிறது. பட்டைகளும் (n) அலைத் திசையனும் (K) $E_n(k) = E$ எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. பெருக்கு மாறிலி Ω அலகு கூட்டின் கன அளவு ஆகும். சமன்பாடு (15) இன் ஓர் எளிய வகையில் பயனுறு நிறை m* ஐச் சிறப்பியல்பாகக் கொண்ட சமவளையப் பட்டைக்குத் தனித்த எலெக்ட்ரான் (free electron) அமைவிற்கு அண்மையிலுள்ளதற்குக் கணக்கிடலாம். E(k) = (திசையிலிப்பயனுறு நிறை ஒற்றைப் பட்டையைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டால்

$$G(E) = \frac{\Omega}{(4\pi)^2}\left(\frac{2m^*}{\hbar^2}\right)^{3/2} . E^{1/2} \quad ..... \quad (16)$$

ஆற்றல் பட்டைகள் பிரிலாயின் மண்டல முகத்தை வெட்டும் ஆற்றல் பகுதிக்கு இச்சமன்பாடு பொருந்தாது. மேலும் E(k) இன் தொடர்பு சிக்கலாக இருக்க வேண்டும். இந்நிலையில் நிலைகளின் அடர்த்தி இந்த ஆற்றல்களுக்கு நுண்ணிய அமைப்பைக் கொடுக்கிறது. இது வான் கோவி வழுப்புள்ளி (Van Hove Singularities) எனப்படுகிறது.

உலோகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் தன் வெப்ப நிலை எண்ணுடன் பங்கேற்கின்றன. இது நேரியலாக வெப்பநிலையில் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அணிக்கோவை அதிர்வுகளிலிருந்து இது மாறுபடுகிறது. இது குறை வெப்பநிலையில் T^3 இற்குச் சமவிகிதத்தில் உள்ளது. போதுமான அளவு குறை வெப்பநிலையில் ஒரு நேரியல் உறுப்பு கனத்தை (cubic) நிரப்புகிறது. சோதனையின் மூலம் குணகம் γ வைக் கொண்டு தொடர்புபடுகிறது.

$$C_v^{(e)} = \gamma t \quad .... \quad (17)$$

இங்கு $C_v^{(e)}$ என்பது ஓர் அணுவில் எலெக்ட்ரான் இடம் பெற்ற தன் வெப்ப எண்

$$\gamma = \frac{1}{3}\pi^2 K^2 G(E_F) \quad ..... \quad (18)$$

இதில் K போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி $G(E_F)$ நிலைகளில் அடர்த்தி ∴பெர்மி ஆற்றலிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. எனவே γ கணக்கீட்டால் $G(E_F)$ இன் மதிப்பு கிடைக்கும். இதை ஏனைய கணக்கீடுகளுடன் ஒப்புமைப்படுத்தலாம்.

எலெக்ட்ரான் ஆற்றல்களைக் கணக்கிடுதல். எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல்களையும் அலைச் சார்புகளையும் கணக்கிடுவதற்குப் பல திட்ட எண் கணக்கீட்டு முறைகள் உள்ளன. கிரீன் சார்பு முறை, மிகைதள அலை முறை (augumented plave wave method) செங்குத்தாக்கப்பட்ட தள அலை முறை, அணு ஆர்பிட்டால்களின் நேரியல் தொகுப்பு முறை என்பனவாகும். அனைத்தும் முறைகளிலும் தெரியாத $\psi_n(k,r)$ இன் விரிவு இடம் பெறும். இது வரையறுக்கப்பட்ட சார்பு $\varphi_S(k,r)$ இன் தொகுப்பு ஆகும். இது பிளாக் தேற்றத்தைத் தெளிவாக்குகிறது.

$$\varphi_S(k, \gamma + R_i) = \exp(ik.\, Ri)\, \varphi_S(k,\gamma) \quad .... \quad (18)$$

எளிய நிலையாகப் பயன்படும் சார்புகளின் தள அலைகளின் அமைப்பு

$$\exp[i(K+K_S).r]$$

இங்கு K_S தலைகீழ் அணிக்கோவைத் திசையன் ஆகும். பொதுவானவற்றிற்கு இதைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\psi_n(k,\gamma) = \sum_S C_{ns}(K)\, \Phi_S(K,\gamma) \quad .... (19)$$

இங்குக் கூடுதல் முடிவிலா எண் உறுப்புகளைக் குறிக்கிறது. ஆனால் உண்மையான கணக்கீடுகளில் குறிப்பிட்ட துணைத் தொகுதிகளையே எடுத்துக் கொள்ள முடியும். சமன்பாடு (2) பொருத்தமான நிலையில்

இருக்கும்போது C_{ns} (k) குணகங்களைக் கணக்கிடலாம். சமன்பாடு (19)ஐச் சமன்பாடு (2) இல் பிரதியிட்டு Φ_t^* ஆக் பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. Φ_t என்பது அடிப்படைக் கணத்தின் பொதுவான உறுப்பு. மேலும் படிகள் அனைத்திற்கும் இதைத் தொகையீடு செய்தால் ஓர் ஓரியல் சமன்பாடு (homogenious equation) கிடைக்கிறது.

$$\sum_S H_{ts}(K).C_{ns}(K) = E_n(K) \sum_s S_{ts}(K)C_{ns}(K) \quad \ldots\ldots \quad (20)$$

இங்கு H_{ts} என்பது Φ ஐ அடிப்படையாகக் கொண்ட ஹேமல்டோனியன் அணியின் உறுப்புகளைக் கொண்டது.

$$Hts(K) = \int \phi_t^* (K,r)\, H\, \phi_s (K, \gamma)\, d^3\gamma \;\ldots\ldots (21)$$

S_{ts} என்பது மேற்படிந்த அணி (overlap matrix) உறுப்புகள்

$$S_{ts}(K) = S_{ts}(K) = \int \phi_t^* (K,r)\, \Phi_s (K, \gamma)\, d^3\gamma \;\ldots\ldots (22)$$

மேற்படிந்த அணி S_{ts} பொதுவாக ஓர் அலகு அணியாக (unit matrix) இருப்பதில்லை. ஏனெனில் சார்புகள் Φ பொதுவாகச் செங்குத்து வரைவாக இருப்பதில்லை. ஆயினும் சமன்பாடு (20) இற்கு அணிகள் H மற்றம் S இன் உறுப்புகளைக் கண்டறிந்து தீர்வு காணும் வகையில் கணிதவியல் முறைகள் உள்ளன. இக்கணக்கீட்டில் இடம் பெறும் மிக இன்றியமையாத சிக்கல் சார்பு V(r) ஐக் கணக்கிடுவதாகும். இது படிகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரானின் நிலை ஆற்றலைக் குறிப்பிடுகிறது. இவை அமைவின் அனைத்து அணுக்கருக்களுடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. சமநிலை அமைவு ஏனைய எலெக்ட்ரான் களின் சராசரிப் புலம். மேலும் கார்ட்ரீ ∴போக் சமன் பாட்டிலிருந்து பெறப்படும் பரிமாற்று இடையீடுகளும் (exchange interaction) கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றன.

- பெ. துரைசாமி

திண்மப் பட்டைக்கொள்கை

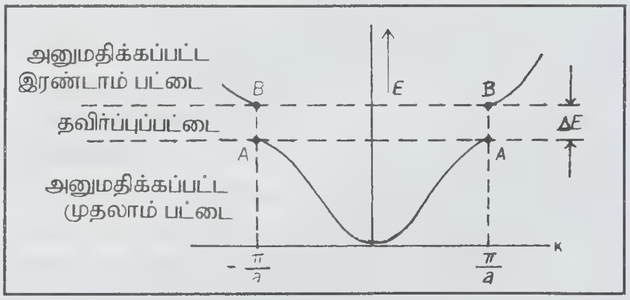
திண்மங்களில் எலெக்ட்ரான்களின் இயக்கத்திற்கான குவாண்டம் எந்திரவியல் கொள்கையே பட்டைக்கொள்கை (band theory of solids) ஆகும். இக்கொள்கை திண்மப்பொருள்களின் எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் வரம்புக்குட்பட்ட பட்டைகளில் அமைந்துள்ளமையைக் காட்டுகிறது.

திண்மப்பொருள்களில் அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட இடையீட்டு விசை மிகுந்திராதவாறு அவற்றின் தொலைவு இருப்பு எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் மட்டங்கள் கட்டற்ற தனி அணுக்களின் ஆற்றல்களுக்குச் சமம். எனவே அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் சம ஆற்றல் பெற்றிருக்கும். அணுக் களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு குறைக்கப்பட்டால் அணுக்களின் வெளிச்சுற்றுப்பாதை எலெக்ட்ரான்களுக்கு இடையே இடையீடு ஏற்படும். ஆதலால் அந்த எலெக்ட்ரான் களின் ஆற்றல் மாறுபாடு அடைந்து பல அருகருகில் உள்ள ஆறறல் மட்டங்களைக் கொடுக்கும். இந்த ஆற்றல் மட்டங்கள் பட்டைகளாக இருக்கும்போது கூடுகை எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்களுக்குக் கட்டுப்படாமல் ஓர் அணுவிலிருந்து மற்றோர் அணுவிற்குக் குதிக்கும்.

ஆற்றல் பட்டைகள் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட படிக அணிக்கோவைகளுக்கு மட்டும் பொருந்தும். படிக உந்தம் P எனில் எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் நிலையை $K = \left(\frac{P}{\hbar}\right)$ என்னும் எலெக்ட்ரான் அலைத் திசையானால் குறிக்கலாம். இங்கு $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல்

$$E(K) = E_0 + \frac{\hbar^2 k^2}{2m_0}$$

இங்கு E_0 என்பது கூடுகை எலெக்ட்ரானின் குறைந்த மட்ட ஆற்றல்; M_0 என்பது எலெக்ட்ரானின் நிறை. படிகங்களில் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்கள் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்கள் அல்ல. அவை அணுக்கருக்களின் அலைவு இடைவெளி மின்னழுத்தங்களில் இயங்குவனவாதலால் அவற்றின் ஆற்றல் (E_k) அலைத் திசையன் (K) இவற்றுக்கிடையே



படம் 1

எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் **E** - அலைதிசையன் **K** இவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பு
(a படிக மாறிலி உள்ள ஒற்றை அணுப் படிமம்)

உள்ள தொடர்பு சற்றுச் சிக்கலானது. இத்தொடர்பினைக் கொடுக்கும் தொடர் ஆற்றல் பட்டையை விளக்கும் எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் மட்டங்கள் திண்மங்களின் மின் காந்த ஒளியியல் வெப்பவியல் பண்புகளை விளக்கப் பயன்படுகிறது.

அனுமதிக்கப்பட்ட மற்றும் தவிர்க்கப்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகள். திண்மங்களில் எலெட்ரான்களின் ஆற்றல் மட்டம் அனுமதிக்கப்பட்ட மதிப்புகள், அனுமதிக்கப்பட்ட பட்டைகள் எனப்படும். ஒரு படிகத்தில் அனுமதிக்கப்படாத ஆற்றல் மட்டங்களும் உள்ளன. அவை தவிர்க்கப்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகள் எனப்படும். இரண்டு அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகளுக்கு இடையே உள்ள தவிர்க்கப்பட்ட ஆற்றல் பட்டை ஆற்றல் பட்டை இடைவெளி எனப்படும். சில பொருள்களில் ஆற்றல் இடைவெளியுடனும் சில பொருள்களில் ஆற்றல் பட்டைகள் ஒன்றோடொன்று மேற் பொருந்தியும் காணப்படும். இந்த ஆற்றல் இடை வெளியே உலோகங்கள் கடத்தாப்பொருள்கள் குறை கடத்திகள் இவற்றை வேறுபடுத்தப் பயன்படுகிறது. கடத்தாப் பொருள்களின் ஆற்றல் இடைவெளி மிகுந்துள்ளமையால் எலெக்ட்ரான்கள் கொடுக்கப்பட்ட மின்புலத்தால் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கா. குறைகடத்திகளின் குறை வெப்பநிலைகளில் எலெக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் இடை வெளியைத் தாண்டா. ஆனால் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது அவை ஆற்றல் இடைவெளியை மீறி மின்கடத்தலை உண்டாக்கும். உலோகங்களின் ஆற்றல் பட்டைகள் மேற்பொருந்தி உள்ளமையால் எலெக்ட்ரான்கள் எளிதாக மின்கடத்தலை உண்டாக்கும்.

செயலுறு நிறை (effective mass)**.** திண்மங்களின் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்கள் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான் கள் அல்ல. அவை அணுக்களின் மின்னழுத்தங்களில் இயங்கும்போது கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்களைப் போன்று ஆனால் வேறுபட்ட நிறையுள்ள எலெக்ட்ரான்களாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும். இந்த நிறை செயலுறு நிறை எனப்படும். இதன் மதிப்பு

$$m^* = \frac{\hbar^2}{\left(\frac{d^2E}{dk^2}\right)K_0}$$ ஆகும் E-K வரைபடத்திலிருந்து $\left(\frac{d^2E}{dk^2}\right)K_0$

மதிப்பைக் கண்டால் அதிலிருந்து திண்மப்பொருள்களில் எலெக்ட்ரான்களின் செயலுறு நிறையைக் கணக்கிடலாம். பெரும்பாலான உலோகங்களுக்குச் சராசரி செயலுறு நிறை எலெக்ட்ரானின் அமைதிநிலை நிறைக்கு (M_0) ஏறத்தாழச் சமம். ஆனால் இண்டியம் ஆண்டிமணைடு குறைகடத்திக்கு $m^* = .013m_0$ ஆகும்.

ஆற்றல் பட்டைக் கணக்கீடு. எலெக்ட்ரான் களுக்கான சுரோஞ்சர் சமன்பாட்டினைத் தீர்வு செய்தால் அவற்றின் ஆற்றல் மட்டங்களைக் கணக்கிடலாம். ஆனால் திண்மப்பொருள்களில் பல ஆயிரக்கணக்கான துகள்கள் உள்ளமையால் முழுமையான தீர்வுபெற இயலாது. இருப்பினும் தோராய முறைகளைப் (approximation methods) பயன்படுத்தி ஆற்றல் மதிப்புகளைப் பெறலாம். அடிப்படையான தோராய முறை ஹார்ட்ரீ-.·.பாக் முறையாகும் (Hartree Hock method) இதனைத் தவிர வெய்க்னர்-சீட்ஸ் (weighter seitz) முறையும் தீர்வு செய்யப் பயன்படுகிறது.

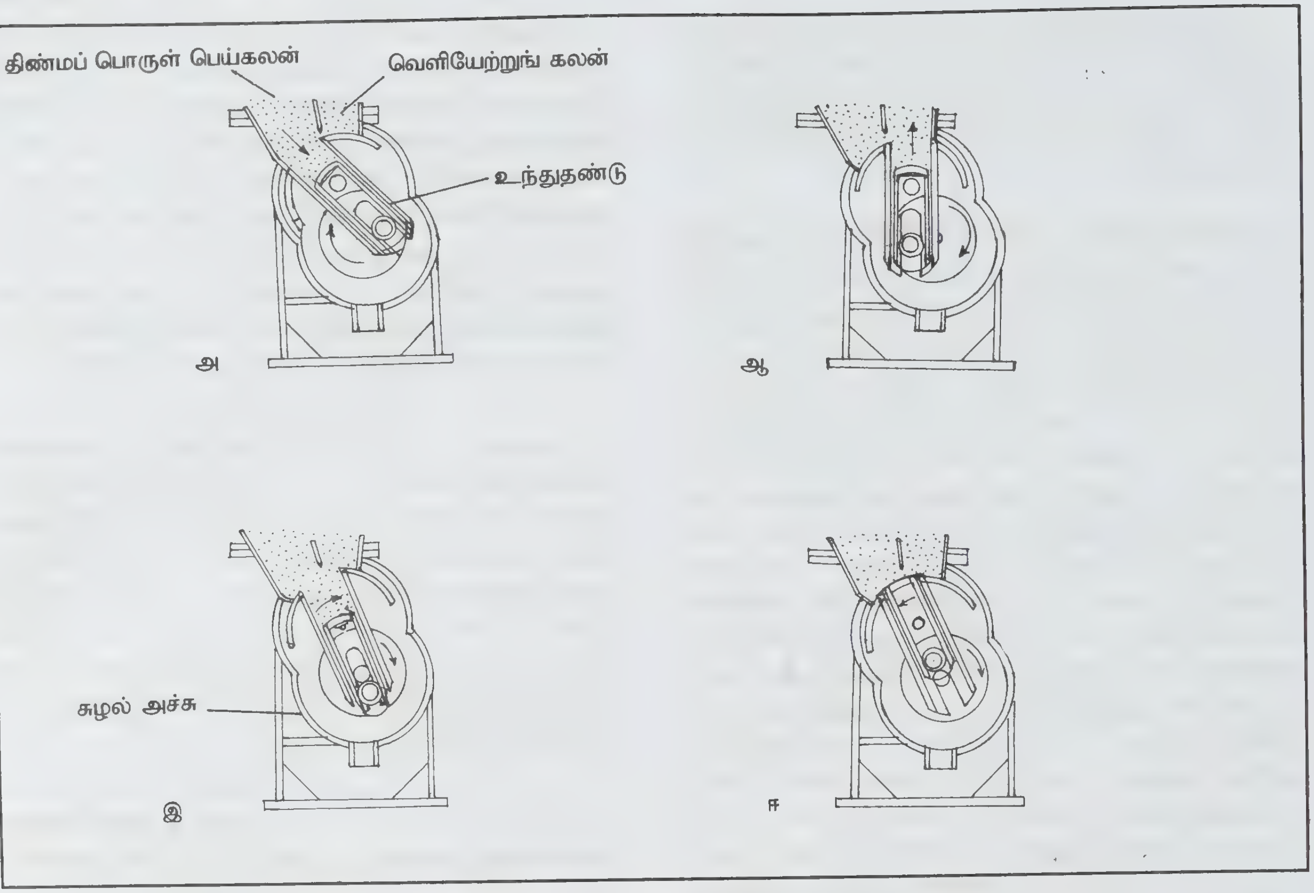
ஆற்றல் பட்டை இடைவெளியைச் சோதனை மூலமாகவும் கணக்கிடலாம். ஜெர்மானியம், சிலிக்கான் போன்ற படிகங்களின் ஆற்றல் பட்டை இடைவெளி சோதனை மூலம் ஆராயப்பட்டுள்ளது. படிகங்களில் உட்கவர் ஒளியில் அலைநீளத்தை அளந்து, கடத்து மற்றும் கூடுகைப் பட்டைகளுக்கு இடைப்பட்ட குறைந்த அகலத்தை அளக்கலாம். எலெக்ட்ரான்கள் மற்றும் மின்துளைகளின் செயலுறு நிறைகளைச் சைக்ளோட்ரான் ஒத்திசைவான சோதனை மூலமாக அளக்கலாம்.

- வெ. ராதாகிருஷ்ணன்

திண்மப் பொருள் எக்கி

ஒரு குழாய்க் கால்வாய் வழியாகவோ சிறு தடுப்புகளுள்ள அறை போன்ற அமைப்பின் வழியாகவோ திண்மப்பொருளை ஓர் இடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்கு மேல்நோக்கி நகர்த்தப் பயன்படும் கருவியே திண்மப் பொருள் எக்கி (solid pump) என்பதாகும். எக்கி,திண்மப் பொருளின் அடிப்பகுதியில் ஏற்படும் விசைகளுக்கு எதிராக அப்பொருள்களை அடியோடு மேல் நோக்கி நகர்த்த வல்லது.

எந்திரவியலாக இயக்கப்படும் திண்மப் .பொருள் எக்கியின் தொடர் செயல்பாட்டை நான்கு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவ, உள்ளீட்டுத் தொட்டியைத் திண்மப் பொருளால் நிரப்புதல்,வெளியேற்றும் பாதையை நோக்கித் தண்டை இயக்குதல், உந்து தண்டு இயக்கத்தால் திண்மப் பொருள் மேல்நோக்கித் தள்ளப்படுதல், உந்துதண்டு சுழன்று சென்று மீண்டும் திண்மப் பொருளை நிரப்பும் நிலைக்குச் செலுத்துதல் என்பன.



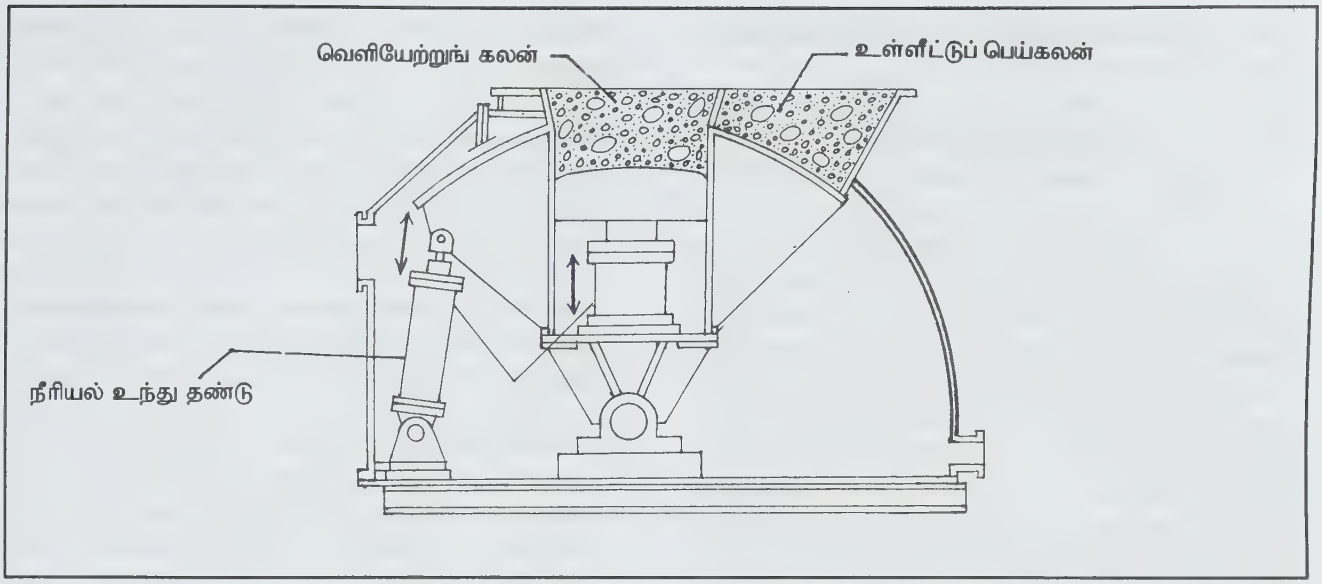
படம் 1. எந்திரவியலாக இயக்கப்படும் திண்மப்பொருள் எக்கியின் இயக்கச் சுற்று

திண்மப் பொருள் எக்கி வேதித் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளில் திண்மப் பொருள் ஒவ்வோர் இடமாகக் கடந்து செல்லும் நடைமுறைக்கு முதன்மையாகப் பயன்படுகிறது. திண்மப் பொருள்கள். ஒவ்வொரு நிலையிலும் சீரமைக்கவோ மாற்றம் செய்யவோ வசதியாக நகர்ந்து செல்லும். எ.டு: ஓர் இடத்தில் வெப்பம் கொடுக்கப்படும்; பின் வளிமங்களுடன் கலக்கப்பட்டுச் சுருக்கப்படும். இவ்வாறு படிப்படியாக மாற்றங்கள் நடைபெற்றுக் கொண்டே மேல்நோக்கி நகர்ந்து இறுதியாக வெளியேற்றப்படும் பாதையை அடையும்.

இயற்கையாகவே திண்மப்பொருள் எக்கியின் செயல்முறை ஒரு திசை இயக்கமாக உள்ளது. சுழலும் அச்சில் இணைக்கப்பட்ட முன்பின் இயக்க உந்து தண்டு சாய்வான நிலையில் சுழலும்போது பொருள்களை உள்ளே நிரப்பவும், மீண்டும் செங்குத்தான நிலையில் சுழலும்போது பொருள்களை மேலே தள்ளிக் கொண்டு வரவும் பயன்படுகிறது.

படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ள நீர்மங்களைப் பயன்படுத்தி இயக்கப்படும் திண்மப் பொருள் எக்கி, மிகு ஆற்றல் உடையது. நாள் ஒன்றுக்கு 1000 டன் எடையுள்ள பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலைகளில் இது பயன்படுகிறது. இது நுட்பமான கட்டுப்பாட்டு இயக்க வசதியும் மிகு செயல்திறனும் கொண்டது.

எண்ணெய் வித்துகளிலிருந்து எண்ணெய் பிரிக்கும் எந்திரங்களில் இது மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. இவ்வெந்திரங்களில் நீண்டு சுருங்கிய கழுத்துப் பகுதியும் பாத்திரம் போன்று விரிவடைந்த அடிப்பகுதியும் இருக்கும். உடைக்கப்பட்ட எண்ணெய் வித்துகள் அல்லது மூலப்பொருள்கள் விரிவடைந்த பகுதிக்குள் கீழ்ப்புறமாகச் செலுத்தப்படும். திண்மப்பொருள் எக்கி அப்பொருள்களை மேல்நோக்கி இழுத்துச்செல்லும். அப்பொருள்கள் இருந்த இடத்தைக் காற்று நிரப்பிக் கொள்ளும். எந்திரத்தின் மேல்புறத்தில் எண்ணெய் வித்துகளின் கழிவுப் பொருள்கள் எரிக்கப்பட்டு எண்ணெய் வித்துக் கூடுகள் சாம்பலாக்கப்படும்.



படம் 2. நீரியலாக இயக்கப்படும் திண்மப்பொருள் எக்கி

இவ்வாறு எரியூட்டப்படுவதால் உருவாகும் வெப்பக்காற்று எந்திரத்தின் நடுப்பகுதியில் உள்ள எண்ணெய் வித்துகளை வேக வைக்கப் பயன்படுகிறது. இதனால் எண்ணெய், வித்திலிருந்து பிரிந்து வழியும். எண்ணெய் வழிந்து கீழ்நோக்கி வரும்போது குளிர்ச்சியடைந்து விரிவான பாத்திரம் போன்ற பகுதியில் விழும். பின்னர் எண்ணெய் வித்து மேலே தள்ளப்படும்போது, எதிர்விசையாக, எண்ணெய் கீழே தள்ளப்பட்டு வெளியேற்றப்படும். எண்ணெய் வித்துகள் உள்ளே செல்லச் செல்ல, எண்ணெய் வெளியேறிக் கொண்டே இருக்கும். இது தொடர் இயக்கமாக நடைபெறும்.

-வி. சண்முகசுந்தரம்
- கி.மு.மோகன்

திண்மம்

எந்த ஒரு வடிவக்கணித உருவ அமைப்பும் ஒரு வடிவக்கணிதத் திண்மம் ஆகும். இதற்கு நீளம்,அகலம்,தடிப்புத்தன்மை என்னும் மூன்று பரிமாணங்கள் உண்டு. சில திண்மங்கள் தம் அமைப்பினால் பெயர் பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கன சதுரம், உருளை, கூம்பு,கோளம் ஆகியவையாகும். இயற்பியல் பருப்பொருளை மூன்று நிலைகளாகப் பிரிப்பர். அவற்றில் ஒன்றும் திண்மம் எனப்படும். மற்றவை நீர்ம மற்றும் வளிம நிலைகளாகும். பொதுவாக, திண்மத்திற்கு நிலையான உருவம், எடை, பருமன் ஆகியன உண்டு.

ஒரு பன்முகத்திண்மம் அல்லது பண்முகி என்பது அதனை வரம்பிட்டிருக்கும் அனைத்து முகங்களையும் பல கோணங்களாய்க் கொண்ட ஒரு திண்மம் ஆகும். இதன் புறப்பரப்பு மூன்று வடிவக் கணிதப் பொருள்களால் உருவானது. அவை பல கோணம் அல்லது முகம், நேர்கோட்டுத்துண்டு அல்லது விளிம்பு, புள்ளி அல்லது உச்சி ஆகும். ஒரு நான்முகியின் முகங்கள் சர்வசம பலகோணங்களாயிருந்து அதன் ஒவ்வோர் உச்சியிலும் சம எண்ணிக்கையில் முகங்கள் சூழ்ந்திருப்பின் அது ஒரு ஒழுங்கு பன்முகி எனப்படும்.

ஐந்து ஒழுங்கு பன்முகிகளாவன நான்முகி, கனசதுரம், எண்முகி, பன்னிருமுகி,இருபது முகி ஆகியவை. பிளாட்டோ என்னும் அறிஞர் இத்திண்மங்கள் மீது கொண்டிருந்த ஆர்வத்தின் காரணமாக இவற்றைப் பிளாட்டோனிக் திண்மங்கள் என்றும் குறிப்பதுண்டு. ஓர் ஒழுங்கு பன்முகியின் உச்சிகள், விளிம்புகள், முகங்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவை முறையே V,E மற்றும் F எனில், V-E+F=2 என்னும் ஆய்வர் வாய்பாடு உண்மை ஆவதைக் காணலாம். மேலும் வடிவொத்த புறப்பரப்புகளினால் சூழப்படும் திண்மங்கள் வடிவொத்த திண்மங்கள் எனப்படும்.

- எம்.அரவாண்டி

துணைநூல். S.A.Choudam, *A First Course in Graph Theory*, Macmillan Indian Ltd., 1987.

திண்ம வினையூக்கிகளின் இயல்புகள்

திண்ம வினையூக்கிகள் யாவும் பலபடித்தான வினை யூக்கிகள். பலபடித்தான வினைகளில் வினைப்படு பொருள்களும், வினை விளைபொருள்களும் ஒரு நிலைமையிலும், வினையூக்கி மற்றொரு நிலைமையிலும் உள்ளன. இவ்வகை வினையூக்கத்திற்கு அடிப்படைக் கொள்கை உட்கவர்தல் ஆகும். பொதுவாக, வளிம நிலைமையிலுள்ள வினைப்படுபொருள்கள் திண்மநிலை வினையூக்கியின் பரப்பின்மீது வாண்டர்வால்ஸ் ஈர்ப்பினால் கவரப்பட்டு அமர்கின்றன. இச்செயல் வளிமம் நீர்மமாகக் குளிர்விக்கப்பட்டுச் சுருங்கும் நிலையை ஒத்ததாகும். பரப்பின் மீதுள்ள வினைப்படுபொருளை எளிதில் அகற்ற இயலுமா தலால் இவ்வகை உட்கவர்தல் வினையூக்கத்திற்கு ஏற்றதன்று. எனினும், வினையூக்கத்தில் இது முதற்படியாகும். வெப்பநிலை உயர்வினாலோ, திண்மத்திற்கும் வளிமத்திற்கும் இடைப்பட்ட வேதி நாட்டத்தினாலோ வினைப்படு மூலக்கூறுகளுக்கும் திண்ம வினையூக்கிகளுக்கும் இடையே வேதிப்பிணைப்பு தோன்றக்கூடும். வெப்ப உமிழ் செயல்முறையான இந்நிகழ்ச்சியின் விளைவாக வேதி உட்கவர்தல் (chemisorption) நிகழ்கிறது.

வேதி உட்கவர்தலுக்கும் வினையூக்கத்திற்கும் இடைப்பட்ட நெருங்கிய தொடர்பு, வாய்ப்புள்ள பல வினைகளுள் ஒன்று மட்டும் நிகழ்வதையும், வாய்ப்புள்ள பல வினைப் பாதைகளுள் ஒரு வினை குறிப்பிட்ட பாதையைத் தேர்ந்தெடுப்பதையும் நன்கு விளக்குகிறது. கிளர்வுகொள் ஆற்றல் குறைவாக அமையப்பெற்ற பாதையையே வினையூக்கிகள் சுட்டுகின்றன எனும் பொதுக் கொள்கை திண்ம வினையூக்கிகளுக்கும் பொருந்தும். திண்ம வினையூக்கியின் பரப்பின் மீது அமர்ந்த நிலையில் வினைப்படுபொருள் மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு குறைந்து பிணைப்பு உருவாவதும், மூலக்கூறுகளின் உட்சார்ந்த பிணைப்புகள் நலிவடைவதும் எளிதாகும். காட்டாக, டங்க்ஸ்டன் உலோகப் பரப்பின்மீது அமர்ந்த ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு கிளர்வுற்று இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களாக உடைகிறது. இவ்வணுக்கள் நிலை யற்றவையாதலின், அல்க்கீன் போன்ற மற்ற மூலக்கூறுகளுடன் எளிதில் இணைகின்றன.

வேதி உட்கவர்தல் நிகழ்ச்சி எப்போதும் வினையூக்கத்தில் முடியும் எனக் கூற முடியாது. ஒரே பரப்பின்மீதுள்ள அணுக்களில் சில வினையூக்கத் திறன் கூடுதலாகவும், மற்றவை குறைந்தும் அமையக்கூடும். ஏ-டு படிகங்களின் விளிம்புகளில் அமைந்துள்ள அணுக்களின் வினையூக்கத்திறன். வினையூக்கத் திறன்மிக்க மையங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு உல்கன்ஸ்டீன் என்பார் திண்மத்தின் படிக உள்ளமைப்பின் குறைபாடுகளை ஆராய வேண்டும் எனக் குறிப்பிட்டுள்ளார். வினையுறு பகுதிகள் ஒரே இடத்தில் நிலைத்திருக்க வேண்டியதில்லை என்றும், அவை மாறிமாறி அமைந்தும் அழிந்தும் விடுகின்றன என்றும் போடார்ட் என்பார் கருதுகிறார்.

வடிவமைப்பிக் கூறு (geometric factor), எலெக்ட்ரான்சார் கூறு (electronic factor), என்பவை திண்ம வினையூக்கிகளின் வினையூக்கச் செயலுக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளன.

திண்ம வினையூக்கியின் படிக உள்ளமைப்புக்கும் வினையூக்கச் செயலு க்கும் தொடர்பு உள்ளமையை முதன் முதலாகப் பாலண்டீன் கண்டறிந்தார். இதற்கான விரிவான ஆய்வுகள் டிராப்னல், கிரி∴பித் ஆகியோரால் நிகழ்த்தப்பட்டன. வளையப் பாரா∴பீன்களை ஹைட்ரஜன் நீக்க வினைக்குட்படுத்தியதில் தெரிய வந்த உண்மை. ஐந்தணு, ஏழணு வளையங்கள் ஹைட்ரஜன் நீக்க மடைவதில்லை. வளைய ஹெக்சேனை ஹைட்ரஜன் நீக்கம் செய்கையில் ஆறு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுமே நீக்கமுறு கின்றனவே தவிர, ஒவ்வோர் இரட்டையாக நீக்கமுறு வதில்லை. மேலும், இந்தத் தேர்ந்தெடுத்த (selective) ஹைட்ரஜன் நீக்கத்தை நிக்கல், பிளாட்டினம், பல்லேடியம் ஆகிய உலோகங்கள் மட்டுமே வினையூக்கம் செய்கின்றன. இவ்வாறு குறிப்பிட்ட சில மூலக்கூறுகள் மட்டுமே குறிப்பிட்ட சில உலோக அணுக்களின்மீது வினையூக்கம் பெறுவதற்குக் காரணம் தகுந்த இடைவெளிகளில் வினைத்திறன் வாய்ந்த உலோக அணுக்கள் அமைந்துள்ளமையும் அவற்றின்மீது வினையுறு மூலக்கூறுகள் ஏற்ற வாய்ப்பால் அமர்வதுமே யோகும். இவ்வியங்குமுறைப் பரப்பில் பல அணுக்கள் பங்குபெறுவதால் இக்கருத்து பல்லணுக் கருதுகோள், (multiplet hypothesis) எனப்படுகிறது. படிகத்தில் ஈரணு இடைவெளி 1.397 Åக்கும், 1.237 Åக்கும், இடைப்பட்ட மதிப்புகளைக் கொண்ட பக்க மையக் கனசதுர உலோகங்கள் (பல்லேடியம், பிளாட்டினம் ஆகியன) மட்டுமே ஹைட்ரஜ னேற்றத்திற்கும் நீக்கத்திற்கும் சிறந்த வினையூக்கிகளாகும். படிக உள்ளக அமைப்புத் துணையலகுகளில் இவ்வுலோகங் களினின்றும் பெரிதும் வேறுபடும் ஆக்சைடுகள் சிலவும் ஹைட்ரஜன் நீக்க வினையூக்கிகளாகச் செயல்படுவதால் வடிவமைப்புக் கூறு மட்டுமே வினையூக்கத்திற்குப் போதுமான தூண்டுகோலாக இருக்க முடியாது.

அலுமினியம் ஆக்சைடை $600^{0}C$ வெப்பநிலையில் தீவிர நீர் நீக்கத்திற்குட்படுத்தினால், அது மூலக்கூறு நிலை ஹைட்ரஜனை வினைத்திறன் மிக்கதாக்குகிறது. பின்னர்

ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளை இழந்த நிலையில் வினையூக்கியின் பரப் பில் நிலைத்தன்மை குறைகிறது.

ஒரு திண்ம வினையூக்கியின் செயல்திறனும், தேர்திறனும் (selectivity) அத்திண்மத்தின் நுண்துளை அமைப்பைப் பொறுத்தமையும். மெல்ல நடக்கும் வினையில் வினைப்படுபொருள், மூலக்கூறுகள் நுண்துளை அமைப்பில் ஊடுருவி, வினையூக்கத் துகளின் மையப்பகுதியை அடைந்து வினைபுரியும். இவ்வகை வினையில் வினையூக்கியின் உட்பரப்பு முழுதும் வினையூக்கத்தில் ஈடுபடுத்தப்படுகிறது. மாறாக, விரைவாக நிகழும் ஒரு வினையில் நுண்துளை வாயில்களிலேயே வினை நிகழும். வினையைவிட விரவல் (diffusion) மெல்ல நிகழ்ந்தால், வினையின் மொத்த விரைவு விரவலைப் பாதிக்கும் துணையலகுகளைப் பொறுத்து அமையும். நுன்துளையின் குறுக்களவு, வினையூக்கியின் அளவு, வினையூக்கியின் பரப்பளவு ஆகியன இத்துணையலகுகளாகும்.. புறப்பரப்பளவு (surface area), துளையளவுப் பங்கீடு (pore size distribution), துளைக் கொள்ளளவு (pore volume) ஆகியவற்றை ஆய்வு முறைகளால் அறிந்து கொள்ளலாம். பிளத்தல் வினைக்கான வினையூக்கிகளின் புறப்பரப்பு 100-600மீ^{2}/கி. துளைக் கொள்ளளவு 0.2 - 0.7 செ.மீ.^{3} /கி., மீ நுண்துளைமை 10-300 என்னும் வரம்பில் அமைந்துள்ளன.

எலக்ட்ரான்சார் கூறு. வினையூக்கவியலில் ஒரு கொள்கையின்படி வினையூக்கிகளின் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை, அமைப்பு, இயக்கம் ஆகியன வினையூக்கத் திறனுக்கு அடிப்படைக் கூறுகளாகும். உல்கின்ஸ்டீன் என்பாரின் எலெக்ட்ரான் கொள்கை மூலம், திண்ம வினையூக்கிகளில் பெரும்பாலானவை குறைகடத்தி களாகும். இவ்வகை வினையூக்கிகளில் மாறுபடு இணைதிறன் கொண்ட குரோமியம், வனேடியம், மாலிப்டினம், கோபால்ட், இரும்பு, தாமிரம் போன்ற இடைநிலை உலோகங்கள் உள்ளன.

நிறைவுறா d-எலெக்ரான் ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்ட இடைநிலைத் தனிமங்கள் மட்டுமே வேதி உட்கவர்தல் வினைக்கு ஏற்றவை. எனவே, இவையே வினையூக்கத்திற்கும் ஏற்றவை என்பது தெளிவு. ஆர்தோ-பாரா ஹைட்ரஜன் மாற்ற வினைக்குப் பல்லோடியம் சிறந்த வினையூக்கியாகும். பல்லேடியத்துடன் தங்கத்தைக் கலந்து உலோகக் கலவைகளைத் தயாரிக்கலாம். இவ்வுலோகக் கலவைகளில் தங்கத்தின் விழுக்காடு கூடக்கூட, வினையூக்கம் குறைகிறது. தங்கத்தின் விழுக்காடு கூடுதலாவதால் பல்லேடியத்தில் d, - தன்மை (d-character) குறைவதே இதற்குக் காரணமாகும். மெத்தனாலை ஹைட்ரஜன் நீக்கம் (dehydrogenation) செய்யும் வினையிலும் நீக்கல் வினையூக்கியில் தாமிரக் கலப்பு நிகழ்த்துவதால் வினையில் விரைவு குறைகிறது. உட்கவர்தல் ஆற்றலுக்கும் உலோகங்களில் d-தன்மைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு வினையூக்கிவியலில் முதன்மை பெற்றுள்ளது.

ஆக்சைடுகளின் வினையூக்கத்திறன் அவற்றின் குறைகடத்தி வகையையும் (n அல்லது p -வகை) வினை, எலெக்ட்ரான் ஈயவல்ல வினையா, எலொக்ட்ரான் ஏற்கவல்ல வினையா என்பதையும் பொறுத்ததாகும். குரோமியம் ஆக்சைடின் வினையூக்கம் வினையூக்கச் செயலுக்கும் வினையூக்கியின் மின் கடத்துமைக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்குகிறது. இந்த ஆக்சைடை ஆக்சிஜனைக் கொண்டு ஆக்கிஜனேற்றமுறச் செய்தால் திண்மத்தின் p -தன்மை கூடுகிறது. இவ்விரண்டு மாற்றங்களுமே வினையூக்கத்தில் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. H-D -பரிமாற்றவினை, எத்திலீன் ஹைட்ரஜனேற்றம் ஆகிய வினைகளுக்கு ஹைட்ரஜனால் சூழ்ப்பட்ட குரோமியம் ஆக்சைடும், H_2O_2 சிதைவுறுதல், CO ஆக்சிஜனேற்றம் ஆகியவற்றுக்கு ஆக்சிஜனால் சூழப்பட்ட குரோமியம் ஆக்சைடும் சிறந்த வினையூக்கிகளாகும்.

திண்ம வினையூக்கிகளின் தயாரிப்பு முறை. அலுமினியம் குளோரைடு, பெராக்சைடுகள், இடைநிலை உலோகங்கள் ஆகிய சில திண்ம வினையூக்கிகளைத் தவிர மற்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்குச் சிறப்பு வழிமுறைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. வினையூக்கியின் தயாரிப்பில் கூழ்மவியல் உத்திகள் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. வினையூக்கி களாகவும், வினையூக்கித் தாங்கிகளாகவும் விளங்கவல்ல நீரேற்றமுற்ற ஆக்சைடுகள் பலவும் கூழ்நிலையில் தயாரிப் பதற்கு ஏற்றவை. வீழ்படிவ முறையான இவ்வழிமுறையில் தயாராகும் வினையூக்கிகளின் பரப்பில் பிற மாசு உப்புகள் உட்கவரப்படுவதற்கு வாய்ப்பு உண்டு. அம்மோனியாவையோ, அம்மோனியா உப்புகளையோ வீழ்படிவாக்கியாகவும் உலோக நைட்ரேட்டுகளைப் பற்றுப் பொருளாகவும் (substrates) பயன்படுத்தி இம்மாசு படிதலைத் தவிர்க்கலாம். வீழ்படிவைச் சூடுபடுத்தி ஆக்சைடாகச் சிதைவுறச் செய்யும்போது அம்மோனியாவும் நைட்ரேட்டும் அகற்றப்படுகின்றன. ஒரே சமயத்தில் இரு வீழ்ப்படிவுகளை உருவாக்குவதிலும் pH மதிப்பைத் தாங்கல் கரைசல் தகுந்த அளவில் நிலைநிறுத்தி, விகிதவியல் (stoichoimetry) கணக்கீட்டின்படி கலப்பின ஆக்சைடுகளைத் தயாரிக்கலாம்.

மற்றொரு முறையில் கழுவிக் கரைத்தல் (leaching) பயனாகிறது. நிக்கல்-அலுமினிய உலோகக்கலவையை எரிகாரத்துடன் வினைப்படுத்தி அலுமினியத்தை மட்டும்

தனித்துக் கரைத்து நுண்துளை மலிந்த ரானே நிக்கல் எனும் வினையூக்கியைத் தயாரிக்கலாம். இயற்கை வகைக் கனிமங்களை நீர்த்த கந்தக அமிலத்திலிட்டுப் பிளத்தல் வினைக்கான வினையூக்கிகளைத் தயாரித்தலும் இவ்வுத்தியில் அடங்கும். நைட்ரேட்டுகள், கார்போனேட்டுகள், ஹைட்ராக்சைடுகள் ஆகியவற்றை வெப்பத்தாற் சிதைவுறுத்தியும் ஆக்சைடு அல்லது உலோக வினையூக்கிகளைத் தயாரிக்கலாம். ஒரு திண்மப் பரப்பின் மீது நிரப்பப்பட்ட வினையூக்கியைத் தயாரிப்பதற்குத் தனி வழிமுறைகள் உள்ளன.

வினையூக்கித் தாங்கிகளுள் முதன்மையானவையான சிலிக்கா வகைப் பொருள்களை, வினையூக்கிக்கு முன்னோடியான உப்புக் கரைசலில் நனைத்து உலர்த்தி, சூடுபடுத்த வேண்டும். சான்றாக, கயோலின், சிலிக்காக்கூழ், கல்நார்,கூழாங்கல் ஆகியவற்றை வினையூக்கியின் மூலப்பொருள் கரைசலில் நனைத்து, உலர்த்தி வறுத்தல் தகுந்த முறையாகும். வினையூக்கச் செயலூக்கிகள் (activators or promoters) பல்வேறு தொழிலகத் தயாரிப்புகளில் முதன்மை பெறுகின்றன. வனேடியம் வினையூக்கிகளுக்குக் கார உலோக ஆக்சைடுகள் சிறந்த செயலூக்கிகளாகும். வினையூக்கிக்கும் வினையுக்கச் செயலுக்கும் இடையே வேதி வினை நிகழ்ந்து, விளைவாகும் வினைவிளைபொருள் கூடுதல் வினையூக்கம் பெற்றதாக இருக்கலாம் அல்லது இவ்விரு பொருள்களும் ஒரு திண்மநிலைக் கரைசலைத் தோற்றுவித்து, அக்கரைசல் வினையூக்கத்திற்கு ஏற்ற எலெக்ட்ரான் அமைப்பைக் கொண்டிருக்கக்கூடும். சில சூழ்நிலைகளில், சேர்க்கப்படும் பொருள் வினையூக்கியின் புறப்பரப்பைக் கூடுதலாக்கவல்ல பொருளாக இருக்கலாம். வினையூக்கியின் வெப்பம் தடுக்கும் ஆற்றலை உயர்த்தலாம். மேலும், வினையூக்கத்தை முறிக்கவல்ல நச்சுப் பொருள்களைச் செயலற்றதாக்கலாம்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். I.P.Mukhlyonov (Ed.), *Chemical Technology*, Vol.I, Third Edition, Mir Publishers, Moscow, 1979; Kirk Othe Encyclopedia of Chemical Technology, Second Edition, Interscience Publishers, New York, 1964.

திண்ம வெப்ப எண்

ஓரலகு நிறையுள்ள பொருள் ஒன்று ΔQ-அளவு வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து, தன் வெப்பநிலையை ΔT - அளவு உயர்த்தினால், பொருளின் வெப்ப எண் (specific heat of solid) S - ஐக் கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்.

$$S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் C-ஆகவும், நிறை M-ஆகவும், வெப்ப எண் S-ஆகவும் இருப்பின், C=MS என்னும் சமன்பாடு பொருந்தும். பொருளின் 1 கிராம் அணு எடைக்கான வெப்ப ஏற்புத்திறன் அணு வெப்பம் எனவும், ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடைக்கான வெப்ப ஏற்புத்திறன் மூலக்கூறு வெப்பம் எனவும் குறிக்கப்படும்.

அழுத்தம் மாறாத நிலையில் கணக்கிடப்படும் வெப்ப எண் C_p எனவும், பருமன் மாறாத நிலையில் கணக்கிடப்படும் வெப்ப எண் C_v எனவும் குறிக்கப்படும். C_p, C_v இடையே உள்ள வேறுபாடு திண்மம் ஒன்றை அதன் அக மீட்சியில் விசைகளுக்கு எதிராகப் பெருக்கம் அடையச் செய்யத் தேவைப்படும் 1டிகிரி வெப்பநிலைக்கான வெப்ப ஆற்றலைக் குறிக்கும்.

$$C_p - C_v = \frac{\alpha^2 VT}{\psi}$$ என்னும் சமன்பாட்டில்,

α - பருமெ விரிவின் வெப்பநிலை எண்.
V - பருமன்.
T - கெல்வின் அலகில் வெப்பநிலை.
ψ - வெப்பமாறா இறுக்குதிறன்.

திண்மங்களின் வெப்ப எண்கள் அறைவெப்ப நிலையில் மாறுபட வாய்ப்பு உண்டு. ஆனால் திண்மங்களின் அணுவெப்ப மதிப்புகள் ஒன்றாக இருக்கும். இது ஏறத்தாழ 6.3 கலோரி செல்சியஸ் என்னும் மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். இதுவே டியூலாங் - பெட்டிட் விதி (Dulong-Petit law) எனப்படும். இதற்குரிய கொள்கை விளக்கத்தை எ.ஃப். ரிச்சர்ஸ் என்பார் அளித்தார். வளிமங்களின் வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கையின் அடிப்படையில் ஓர் இலட்சிய ஓரணு வளிமத்தின் இயக்க ஆற்றலும், வெப்ப ஆற்றலும் சமம் எனலாம்.

இத்தகைய வளிமத்தின் அணு வெப்பம் $\frac{3R}{2}$

இங்கு R-என்பது வளிம மாறிலி; R=2.0 கலோரி/டிகிரி செல்சியஸ்; திண்மத்தின் வெப்ப ஆற்றல் என்பது பாதி இயக்க ஆற்றலாகவும் பாதி நிலையாற்றலாகவும் காணப்படும்.

இயக்க ஆற்றல் அடிப்படையில் அணுவெப்பம் = $\frac{3R}{2}$

நிலை ஆற்றல் அடிப்படையில் அணுவெப்பம் = $\frac{3R}{2}$

எனவே மொத்த அணுவெப்பம் $= 3R$
= 6.0 கலோரி/டிகிரி செல்சியஸ்

அதாவது, டியூலாங் - பெட்டிட் விதி மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலான திண்மங்களின் வெப்ப எண்ணைப் பெற $S = \frac{6}{A}$ என்னும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். இங்கு A என்பது அணுஎடையைக் குறிக்கும். வைரம், ஜெர்மானியம், சிலிக்கான் போன்றவற்றிற்கு இது பொருந்துவதில்லை. குவாண்டம் கொள்கையின் (quantum theory) அடிப்படையில் வெப்ப எண் C_v-க்கான ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாடு கீழ்க்காணுமாறு எழுதப்படும்.

$$C_v = \frac{3Ry^2e^y}{(e^y - 1)^2}$$

இங்கு ; $y = \frac{h\nu_E}{KT}$ h - பிளாங்கின் மாறிலி

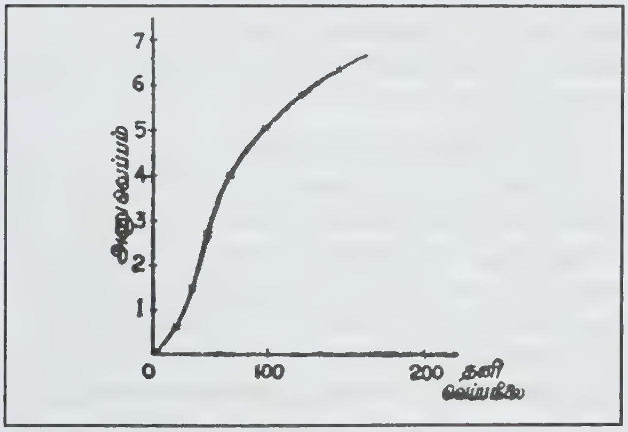
ν_E - அதிர்வெண்

K - போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி

T - வெப்பநிலை

C_v - என்பது வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது என்பது தெரிகிறது.

$T = 0^\circ K$ ஆக உள்ளபோது $Cv = 0$



படம் 1

டிபை என்னும் அறிஞர் C_v -க்கான கோவை ஒன்றை அளித்தார்.

$$C_v = \frac{12\pi^4R}{5}\left(\frac{T}{\theta}\right)^3$$

ஒற்றைப்படிகங்களில் ஒலியின் திசைவேகங்களை அளப்பதன் மூலம் இக்கொள்கை மெய்ப்பிக்கப்படும்.

வெப்பவியலில் பயன்படும் பல்வேறு மதிப்புகளைக் கணக்கிட C_v-இன் மதிப்பு பயன்படும் சோதனை முறையிலும் C_v கணக்கிடப்பட முடியும்.

பருமன்மாறா நிலையில் பொருளொன்றின் நிறை, வெப்பநிலை உயர்வு, வழங்கப்படும் வெப்பம் இவற்றைக் கொண்டு C_v-கணக்கிடப்படும். இதேபோல் C_p - மதிப்பும் கணக்கிடப்படும்.

- எஸ். பாண்டி

துணைநூல். D.S.Mathur, *Fundamentals of Heat*, S.Chand & Co., New Delhi, 1970.

திண்ம வெப்பக் கடத்தல்

பொதுவாக அனைத்துத் திண்மங்களும் கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ வெப்பத்தைக் கடத்துகின்றன. வெப்பக் கடத்தும் திறனின் அளவைக் கொண்டு அவற்றை நற்கடத்திகள்(good conductors) என்றும் அரிதிற் கடத்திகள் (bad conductors) என்றும் வகைப்படுத்தியுள்ளனர். செம்பு, அலுமினியம் போன்ற உலோகங்கள் நற்கடத்திகள்; மரம், பீங்கான் போன்ற பொருள்கள் அரிதிற் கடத்திகள்.

ஒரு திண்மம் எவ்விதத்தில் வெப்பங்கடத்துகிறது, வெப்பங்கடத்தப்படும் இரு புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள வெப்பநிலைச் சரிவு (dT/dx) (temperature gradient), பொருளின் தன்மை ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். எனவே ஓரலகு குறுக்குப் பரப்பின் வழியாக, ஒரு நொடியில் கடத்தி எடுத்துச் செல்லும் வெப்பத்தை

$$Q = -K\left(\frac{dT}{dx}\right)$$

என்னும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம். இதில் K என்பது வெப்பங்கடத்துந்திறனாகும். வெப்பங் கடத்தி எடுத்துச் செல்லும் திசை, வெப்பநிலைச் சரிவிற்கு எதிராக உள்ளமையால் எதிர்க்குறி சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

இத்தொடர்பு வெப்பங்கடத்தல் என்பது ஆங்காங்கே நிகழ்கிற (random) ஓர் இயற்பியல் நிகழ்வு என்பதைத் தெரிவிக்கிறது. அதாவது திண்மப் பொருளில் அங்குமிங்குமாய் அடிக்கடி நிகழ்கிற அணு எலெக்ட்ரான் மோதல்கள் காரணமாக வெப்ப ஆற்றல் அதன் வழியே விரவிச் செல்கிறது

திண்மப் பொருள்களில் வெப்பம் குறிப்பாக இரு வேறு செயலிகளால் கடத்தப்படலாம். அவை தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்கள் (free electrons), அணிக்கோவை அலைவுகள் (lattice vibrations) என்பனவாகும். உலோகங்களில் தன்னிச்சை எலெக்ட்ரான்களாலான வெப்பக்கடத்தல் மிகுதி; அரிதிற் கடத்திகளில் கடத்தப்படும் வெப்பத்திற்கு அணிக்கோவை அலைவுகளே காரணம். கலப்பு உலோகங்கள் (alloys), தூய்மையற்ற உலோகங்கள் குறைக்கடத்திகளில் (semiconductors) இரு கூறுகளும் அவற்றின் வெப்பக் கடத்தலில் பங்கு கொள்கின்றன. எனவே ஒரு திண்மப் பொருளின் வெப்பங்கடத்துந்திறனை எலெக்ட்ரானியல் வெப்பங்கடத்துந்திறன் (Electronic thermal conductivity) என்றும், அணிக்கோவையியல் வெப்பங்கடத்துந்திறன்(lattice thermal conductivity) என்றும் இரு கூறுகளாக்கிக் கொள்ளலாம். இதை $K = K_{el} + K_{ph}$ என்று குறிப்பிடலாம்.

அரிதிற்கடத்திகள். அரிதிற் கடத்திகளில் வெப்பம் அணிக்கோவை அதிர்வுகளால் மட்டுமே கடத்தி எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. படிக அணிக்கோவை அதிர்வுகளை, ஊடுருவிச் செல்லும் மீட்சி அலைகளாகக் (elastic waves) கருதலாம். இவற்றையே அணிக்கோவை அலைகள் (lattice waves) என்பர்.ஒவ்வோர் அணிக்கோவையும் Kஎன்னும் ஓர் அலை திசையனாலும்(wave vector), ஒருதளப்படுத்தப்படும் முறையாலும் (mode of polarization) குறிப்பிடப்படும். ஒரு தளப்படுத்தப்பட்ட அலைகள் நெட்டலைகளாகவோ (longitudinal waves) குறுக்கலைகளாவோ (transverse waves) இருக்கலாம். இந்தஅணிக்கோவை அதிர்வுகளே, அணிக்கோவை அலைகள் எடுத்துச் செல்லும் ஆற்றலுக்குக் காரணமாகின்றன. ϑ என்பது அணிக்கோவை அதிர்வின் அதிர்வெண் எனில்

$$\nu = \frac{k_B T}{h}$$

ஆகும். இதில் k_B என்பது போல்ட்ஸ்மென் மாறிலி; T சார்பிலா வெப்பநிலை; h பிளாங் மாறிலி. இதன்படி, ஒவ்வோர் அணிக்கோவை அலைகளின் ஆற்றலும், ஒரு குறிப்பிட்ட முழு எண்ணாலான எண்ணிக்கையில் ∴போனான் (Phonon) என்னும் ஒலித்துகள்களைப் பெற்றிருப்பதாகக் கருதலாம். ஒரு ∴போனான் துகளின் ஆற்றலை $h\nu$ என்றும், உந்தத்தை $\frac{hk_B}{2\pi}$ என்றும் குறிப்பிடுவர்.

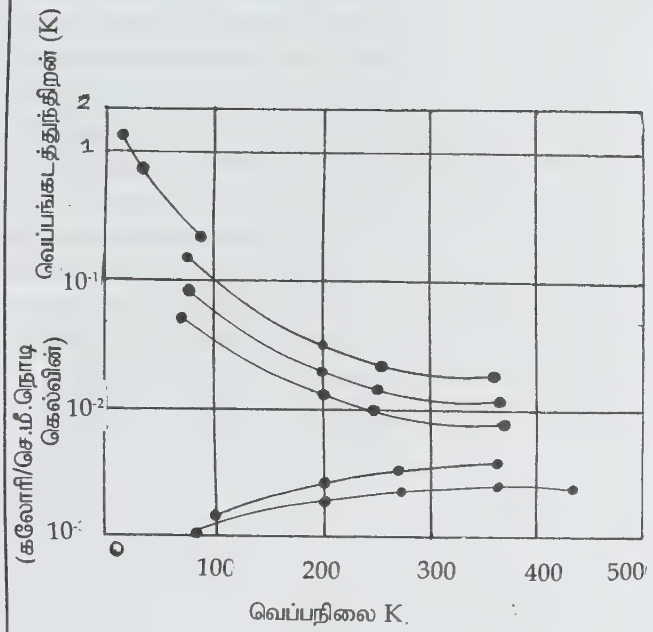
ஒரு சமநிலையில் இந்த ∴போனான்கள் சமச்சீராக உந்த வெளியில் பங்கிடப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன. ஒரு படிகத்தில் வெப்பநிலைச் சரிவு ஏற்படுத்தப்படும்போது, போனான் பங்கீட்டுத்தளத்தில் ஒரு சமச்சீரின்மை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. அப்போது அணிக்கோவை அலைகளுக்கிடையே ஆற்றல் பரிமாற்றப்படுகிறது. அணிக்கோவை அலைகளின் முரணிசைவு (anharmonicity), சமநிலையை மீண்டும் நிலைப்படுத்தச் செய்யப்படும் முயற்சியின் பின் விளைவே இதுவாகும். இவ்வாறு ஏற்படுத்தப்படும் சமநிலை மீட்பு வீதம் ∴போனானின் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவைப் (mean free path) பொறுத்துள்ளது. தாழ் வெப்பநிலைகளில், வெப்பங்கடத்துந்திறன், திண்மப் பொருளின் வெப்பநிலைக்கு ஏற்பக் குறிப்பிடும்படியான மாறுதலுக்கு உள்ளாகிறது. எனவே ∴போனானின் அதிர்வெண்ணிற்கு ஏற்ப மாறுபடும் போனானின் சராசரி மேலிடைத் தொலைவில் காணப்படும் மாறுதலுக்கு ஏற்பத் திண்மப் பொருளின் வெப்பங்கடத்துந்திறன் மாறுபடுகிறது எனலாம். படம் 1இல் சில அரிதிற் கடத்திகள் மற்றும் தூள் வடிவப் பொருள்களின் (amorphous materials) வெப்பநிலை சார்ந்த வெப்பங்கடத்துந்திறன் காட்டப்படுகிறது.

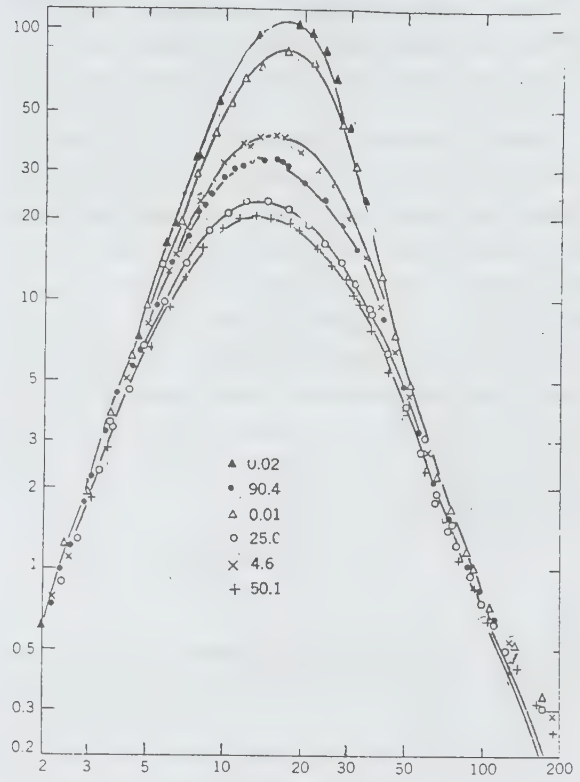
தாழ் வெப்பநிலைகளில் ∴போனானின் மோதலிடைத் தொலைவு, போனானின் சிதறல் வகையைச் சார்ந்துள்ளது. இது திண்மப் பொருளின் வடிவமைப்பில் ஏற்பட்டுள்ள பல வகையான சீர்குலைவுகளைப் (imperfection) பொறுத்திருக்கிறது. எனவே தாழ் வெப்பநிலைகளில் திண்மப் பொருள்களின் வெப்பங்கடத்துந்திறன் அவற்றின் வடிவமைப்புச் சீர்குலைவுகளைச் சார்ந்த ஒரு நுட்பமான இயற்பியல் பண்பு என்று கூறலாம்.

படம் -2இல் லித்தியம் ∴புளூரைடு படிகத்தின் வெப்பங்கடத்துந் திறனில் அதிலுள்ள லித்தியம் ஐசோடோப்புகளின் (isotopes) தாக்கம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு வெப்பங் கடத்துந்திறனில் காணப்படும் வேறுபாட்டை, லித்தியம்-6, லித்தியம்-7 ஐசோடோப்புகளின் நிறை வேறுபாட்டால் விளக்கலாம்.

மூலக்கூறின் வேற்றுப் பொருள்கள் (molecular impurities), மின் கடத்தாப் படிகங்களில் (dielectric crystals) சேர்க்கப்பட்டிருந்தால், ஒத்ததிர்வுச் சிதறல் (resonance scattering) நிகழ வாய்ப்புண்டு. அதாவது வெப்பநிலை மாற்றத்திற்கு ஏற்ப வெப்பங்கடத்துந்திறன் மாறுபடும்போது அது அதிகரித்து ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் பெருமத்தை எட்டிய பின் குறையத் தொடங்கும். எடுத்துக்காட்டாக சயனைடு அயனிகள் சேர்ந்துள்ள பொட்டாசியம் குளோரைடு படிகங்களில் ஒத்ததிர்வுச் சிதறல் காரணமாக, இது போன்ற வெப்பநிலை சார்ந்த வெப்பங் கடத்துந்திறன் காணப்படுவதைக் கூறலாம்.

திண்ம ஹீலியத்தின் வெப்பங்கடத்துந் திறனை அளவிட்டு, லித்தியம் ∴புளூரைடு, நீலக்கல் (saphire) இவற்றின் வெப்பங்கடத்துந் திறனுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்த





படம்1. படம்2.

போது 1 டிகிரி கெல்வின் வெப்பநிலைக்குக் கீழே, திண்ம ஹீலியத்தின் வெப்பங்கடத்துந் திறன் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கு ஏற்ப விரைவாக அதிகரிக்கிறது என்பது தெரியவந்தது. இது ஏறக்குறையப் பாய்செலி பாகியல் பாய்வை (Poiseuille flow) ஒத்துள்ளது. இது, போனானை ஒரு பாய்மப் பொருளாகக் கருதலாம் எனத் தெரிவிக்கிறது.

கண்ணாடி மற்றும் பல்லினப் படிகப் பொருள்கள். தூள் வடிவப் பொருள்கள் கண்ணாடி மற்றும் பல்லினப் படிகப் பொருள் (polycrystalline material) ஆகியவற்றிற்குத் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு மிகவும் குறைவு. இது ஏறக்குறைய இரண்டு அணுக்களிடையே உள்ள தொலைவில் நெடுக்கையில் இருக்கும்; வெப்பநிலையையும் சார்ந்தது; அதனால் இப்பொருள்களின் வெப்பங்கடத்துந்திறன் மின் காப்பீட்டுப் பொருள்களின் வெப்பங்கடத்துந் திறனை விட மிகவும் குறைவாக இருக்கிறது.

உலோகங்கள், கலப்பு உலோகங்கள், குறை கடத்திகள். உலோகங்களில் எலெக்ட்ரானியல் வெப்பங்கடத்தலே மிகுதி. அணிக் கோவையில் வெப்பக் கடத்தல் மிகவும் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு குறைந்தது. எலெக்ட்ரானியல் வெப்பங் கடத்துந் திறனை, சராசரி மோதலிடைத் தொலைவின் மூலமாக, மின் கடத்துந் திறனுடன் தொடர்புபடுத்த முடியும். ஒரு சில வெப்பநிலை நெடுக்கைகளில், மின் மற்றும் வெப்பக் கடத்தல்களுக்கான சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு சம அளவாக இருக்கும். இந்நிலையில் வியட்மான்-ஃபிரான்ஸ் (Wiedeman-Franz) விதி பொருந்தி வருகிறது. இவ்விதியின்படி $\frac{K_e}{\sigma T} = L = \frac{\pi k_B^2}{3e^2}$ ஆகும். இதில் L என்பது லாரென்ஸ் மாறிலியாகும். இதன் மதிப்பு 2.45×10^{-8} வாட்-ஓம்/கெல்வின்^{2} ஆகும். σ என்பது மின் கடத்துந்திறன்; e என்பது எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டமாகும். உலோகங்களைப்

பொறுத்தவரை அவற்றின் வெப்பங்கடத்தல் குறிப்பாக எலெக்ட்ரான் மூலமாக நிகழ்வதால், உலோகங்களைப் பெர்மி-டிராக் புள்ளியல் கொள்கைக்கு உட்பட்ட எலெக்ட்ரான் வளிமமாகக் கருதலாம். இதுவே கட்டற்ற எலெக்ட்ரான் கொள்கைக்கு (free-electron theory) ஆதாரமானது.

மின்கடத்துந்திறன் தலைகீழ் மதிப்பான மின்தடைத் திறனை (electrical resistivity) ρ என்பர். இதை இரு பகுதிகளாக வகுத்துக் கொள்ளலாம். அவை என்னும் எஞ்சிய தடைத் திறன் (residual resistivity) என்னும் கருத்தியல் தடைத்திறன் (ideal resistivity) ஆகும். இதில் எஞ்சிய மின்தடைத் திறன் பல்வேறு சீர்குலைவுகளால் (imperfections) எலெக்ட்ரான்களின் மீட்சியுறு சிதறல்களினால் விளைவதால், வெப்பநிலையைச் சாராதிருக்கிறது. சீர்மையுறு மின்தடுப்புத் திறன், அதிர்வுகளால், எலெக்ட்ரான்களின் சிதறல்களினால் விளைவதால், வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருக்கிறது. எனவே

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \rho_0 + \rho_i(T)$$

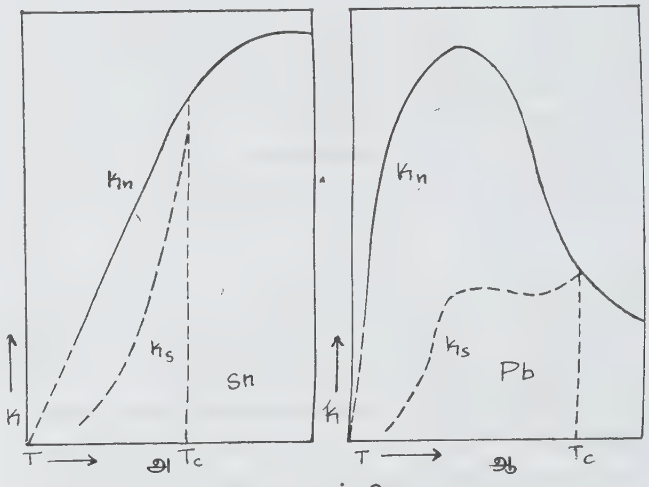
இதுபோல வெப்பங்கடத்துந்திறனின் தலைகீழ் மதிப்பான வெப்பத்தடைத் திறனையும் (thermal resistivity) குறிப்பிட முடியும்.

$$W = \frac{1}{K_e} = W_0 + W_i(T)$$

தூய்மையான மற்றும் பல விகிதங்களில் தூய்மையற்றுள்ள தங்கத்தின் வெப்பநிலை சார்ந்த வெப்பங்கடத்துந்திறனை அளவிட்டறிந்தபோது அவற்றின் மதிப்புகள் வேறுபட்டிருந்தன என்பதும், தாழ் வெப்பநிலையில் வெப்பங்கடத்துந் திறன் சார்பிலா வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது என்பதும், உயர் வெப்பநிலைகளில் அணிக்கோவை அதிர்வுகளால் ஆன வெப்பத்தடைத் திறன் w_0 மதிப்பையும் விஞ்சி விடுகிறது என்பதும் தெரியவந்தன.

தூய உலோகங்களைவிடக் கலப்பு உலோகங்களில் w_0 இன் மதிப்பு மிகவும் கூடுதலாக இருக்கிறது. இத்திண்மங்களில் அணிக்கோவையில் வெப்பங்கடத்துந் திறனும் குறிப்பிடும்படியாக இருக்கிறது. ஜெர்மனியம், சிலிக்கான் போன்ற குறை கடத்திகளில் போனான் மட்டுமே வெப்பக் கடத்தலுக்குக் காரணமாக இருக்கிறது. இவற்றின் வெப்பநிலை சார்ந்த வெப்பக்கடத்தல் ஏறக்குறைய மின்கடத்தாப் பொருளொன்றின் ஓரினப் படிகத்தின் (single crystal) வெப்பக் கடத்தலை ஒத்திருக்கிறது.

மிகை கடத்திகள். ஒரு சில திண்மப் பொருள்களின் வெப்பநிலை தாழ்வெப்பநிலை நெடுக்கில் குறைக்கும்போது, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அவற்றின் மின்தடை இன்வெப்பநிலை நிலைமாறு வெப்பநிலை (critical temperaturè) திடீரெனக் குறைந்து கழியை எட்டுகிறது. திண்மப் பொருள்களின் இந்நிலை மீகடத்து நிலை (super conducting state) எனப்படும். T_c வெப்பநிலைக்குக் கீழ் எலெக்ட்ரானியல் வெப்பங்கடத்துந் திறன் குறைகிறது. மிகத் தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில் திண்மப் பொருள்களின் வெப்பங்கடத்துந்திறன் அணிக்கோவை வெப்பக் கடத்தலால் விளைகிறது. அதாவது தாழ் வெப்பநிலையில் கடத்திகளின் வெப்பங்கடத்துந்திறன் ஏறக்குறைய அரிதிற் கடத்திகளின் வெப்பங்கடத்துந்திறனை ஒத்திருக்கிறது. படம் 3இல் வெள்ளீயம் மற்றும் காரீயத்தின் நிலைமாறு வெப்பநிலை நெடுக்கையில் வெப்பநிலை சார்ந்த வெப்பங்கடத்துந்திறன் வரைபடமாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3

(அ) வெள்ளீயம் (ஆ) காரீயம்

இதில் n என்பது பொருளின் இயல்பான நிலையின் வெப்பங்கடத்துந்திறனாகும். ks என்பது அதன் மீ கடத்துநிலையில் வெப்பங் கடத்துந் திறனாகும்.

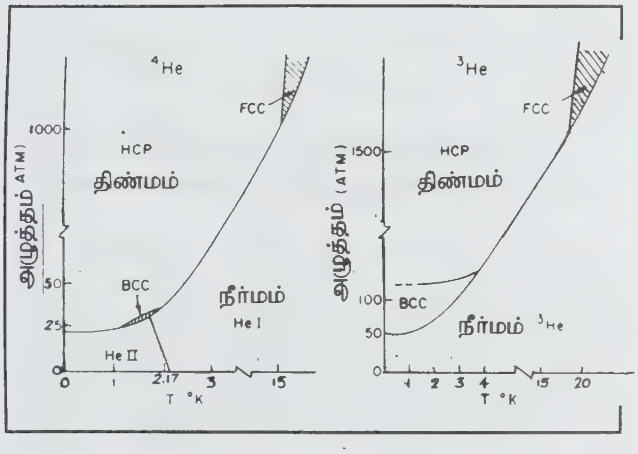
- மெ. மெய்யப்பன்

துணைநூல். Saxena, B.S., Gupta, R.C and Sexena, P.N., *Solid State Physicis Pragti*, Prahashan Publication, 1988.

திண்ம ஹீலியம்

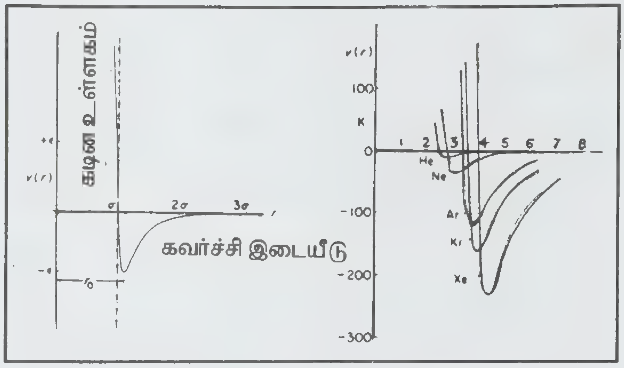
1926 இல் கீசோம் என்பாரால் கேமர்லிங் - ஓனஸ் தாழ் வெப்பநிலை இயற்பியல் ஆய்வகத்தில் ஹீலியம் திண்மமாக்கப்பட்டது. இந்தத் திண்ம ஹீலியம் சில எதிர்பாராத பண்புகளைப் பெற்றிருந்தது. தொடக்கநிலைச் சோதனைகள் ஃபிரான்சிஸ் சைமன் மற்றும் கீசோம் என்போரால் இணைந்து செய்யப்பட்டன. அவர்கள் திண்ம ஹீலியத்தின் உருகுநிலை வளைவரை, தன் வெப்ப எண், வெப்பக் கடத்துந்திறன் போன்றவற்றை ஆராய்ந்தனர்.1957 ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு டோம்ப், டிக்டேல் என்போரால் இக்கொள்கை விவரிக்கப் பட்டது. பின்னர் கையர், கோக்லர், கிளைடி என்போரால் திண்ம ஹீலியத்திற்குத் தெளிவான விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டது.

ஹீலியம் அணு எளியதாகும்; ஆனால் அதன் திண்மம் அவ்வாறில்லை; அணு இணக்கமாக (rigid) இருக்கும்போது, கன ஐசோடோப்பு ^{4}He இல் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களின் கோளக எலெக்ட்ரான் மேகம் அணுக்கருவிலுள்ள இரண்டு புரோட்டான், இரண்டு நியூட்ரான்களுடன் நெருங்கிப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். மென் ஐசோடோப்பு ^{3}Heஇல் ஒரு நியூட்ரான் குறைவாகவும் கூடுதல் அணுக்கருத் தற்சுழற்சி லிருந்து இடுபட்டும் இருக்கும். இது திண்ம ^{3}He இன் உட்கிளர்ச்சிக் காந்தக் கொள்கையை மேம்படுத்துகிறது.



படம் 1. ஹீலியத்தின் கட்ட வரைபடம்

அறை வெப்பநிலையில் ஹீலியம் வளிமமாக உள்ளது. ஹீலியம் எடை குறைந்த வளிமம் ஆதலால் ஹீலியம் நிரப்பப்பட்ட பலூன்கள் காற்றில் மேலெழும்புகின்றன. ஹீலியத்தைக் குளிர்வூட்டினால் அது 4.2 K இல் நீர்மமாகிறது. 10^{-3} K குறைந்த வெப்பநிலையிலும் ஹீலியம் நீர்மமாகவே இருக்கிறது. ^{4}He ஐத் திண்மமாக்க 25 அல்லது அதிகமான வளிமண்டல அழுத்தமும் ^{3}He இற்கு 35 அல்லது அதிகமான வளிமண்டல அழுத்தமும் தேவைப்படும். வெப்பநிலை அழுத்தத்திற்கான கட்டப் படத்தில் ஹீலியம் எந்நிலையில் திண்மமாகிறது என்பதைப் படம் 1 விளக்குகிறது. ஹீலியம் பொருள் - மைய - கனசதுரத்தை உருவாக்குகிறது. மிகு அழுத்தத்தில் இது முக-மைய-கனசதுர அமைப்பாக மாறுகிறது. இப்போதைய கணக்கீடுகளின் படி முக. மைய. கனசதுர கட்டம் (CC phase) உருவாக 15,000 atm அழுத்தம் போதுமானதாகும். இந்த அமைப்பு அரிய-வளிமப் படிகங்களால் உண்டாக்கப்படுகிறது. (Ne, Ar, Kr, Xe).



படம் 2. மந்த வளிம அணுக்களின் இரட்டைகளுக்கிடையேயான (Pairs) நிலை ஆற்றல் V(r)

எனவே ஹீலியத்தைத் திண்மமாக்க அழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. உள் அணுப் பிணைப்பு வலிமை குறைந்ததாக அமைய வேண்டும். மின்னற்ற நிலையில் ஹீலித்தின் உள் அணுப் பிணைப்பு சற்று வலிமை குறைந்து காணப்படும். எப்போதும் ஓர் அணுவிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரான் அருகிலுள்ள அணுவுடன் மின் இருமுனையைத் (electric di-pole) தூண்டுகிறது. இது வலிகுறை இருமுனை-இருமுனைக் கவர்ச்சியாகிய வாண்டர்வால்ஸ் விசையைக் கொடுக்கிறது. மேலும் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் நெருக்கமாக அமைந்திருந்தால் இவற்றின் எலெக்ட்ரான் மேகங்கள் இணைந்திருக்கும். அதாவது இரண்டு பஞ்சுக் கோளங்களைப் போல இருக்கும். நெருங்கிய நிலையில் வலிகுறை கவர்ச்சி, நுண்ணிய விலக்கம் ஆகியன தோராய நிலை ஆற்றல் வளைவரைகளால் படம் 2-இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. பார்க்கர் என்பார் He-Me அணு மின்னழுத்தங்களுக்குத் (potentials) தெளிவான விளக்கத்தினைக் கொடுத்தார். பாய்மங்களின் கடினக் கோளங்கள் அழுத்தத்தால் திண்மமாகின்றன எனக் கணிப்பொறி வழிச் சோதனைகள் காட்டுகின்றன. ஆற்றல்,

நிலை ஆற்றலுக்கு ஏறத்தாழச் சமமாக உள்ளமையை அட்டவணை தெளிவாக்குகிறது.

ஹீலியம் மற்றும் கன அரிய வளிமப் படிகங்களின் டிபை வெப்பநிலை

அரிய-வளிமப் படிகம்	டிபை வெப்ப நிலை $\theta_D K$	உருகு வெப்ப நிலை $T_m K$	சுழிப்புள்ளி ஆற்றல் cal/mol	நிலை ஆற்றல் cal/mol	$\left(U^2\right)^{\frac{1}{2}}$ A°	டிபோயர் தன்னளவு A
^3He (bcc)	22	1.2	49	-44	1.29	0.347
^4He (hcp)	34	2.6	76	-76	0.90	0.302
Ne	66	24.56	149	-580	0.29	0.0658
Ar	84	83.81	208	-2030	0.18	0.0212
Kr	64	161.36	160	-2810	0.14	0.0113
Xe	55	202	123	-3950	0.12	0.0070

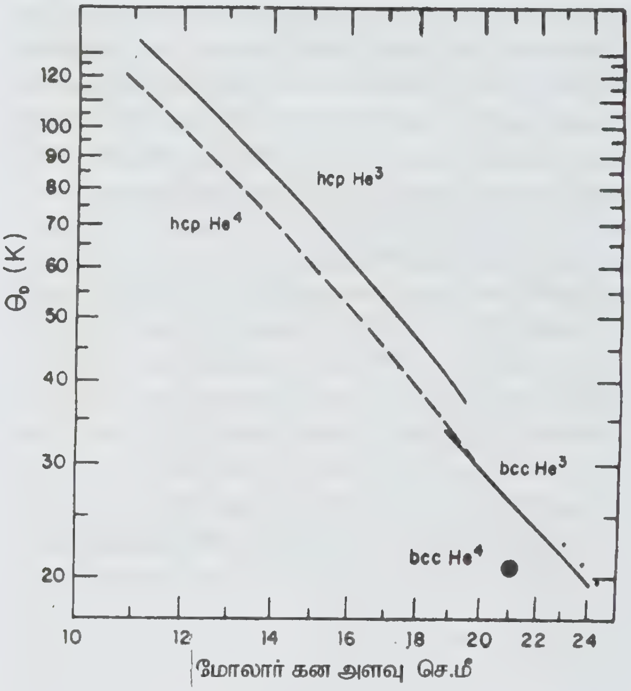
T = oK வெப்பநிலையில் டிபை மாதிரியில் அணிக்கோவைப் புள்ளிகளுக்கருகில் அதிர்வுறும் அணுக்களின் சராசரி இருமடி அதிர்வு வீச்சு (mean square vibrational amplitude) $\overline{u^2}$ ஆகும்.

$$\overline{u^2} = 109.2\left(\frac{1}{m\theta_D}\right)A^{o2}$$

இங்கு m என்பது அணுநிறை; திண்ம ஹீலியத்திற்கு $\overline{u}_2$ இன் மதிப்பு மிகுதியாகும். ஏனெனில் ஹீலியம் அணுக்கள் அதன் அணிக்கோவைப் புள்ளிகளில் இடம்பெறுவதில்லை. எனவே உள்ளிட விட்டம் σ அளவிற்கு அணுக்கள் நெருங்கி அமைவதில்லை. திண்மத்தில் சராசரி உள் அணு அமைவு $R \geq \sigma + \overline{\left(u^2\right)}^{1/2}$ ஆகும். இந்த விரிவாக்கப்பட்ட வேறுபாட்டுத் தன்மையில், மிகு கவர்ச்சி அழுத்தத்தின் கீழ், சுழி அழுத்தத்தில் பல திண்மங்கள் உண்டாகின்றன.

திண்ம ஹீலியத்தின் அடிப்படை இயற்பியல். திண்ம ஹீலியத்தின் அடிப்படை இயற்பியலை விளக்குவதற்குத் தன் வெப்ப எண் (specific heat) C_vஐ அறிய வேண்டும். 1912இல் பீட்டர் டிபை என்பார் குறைந்த வெப்பநிலையில் தன் வெப்ப ஏற்புத் திறனுக்கான தோராய மாதிரியை வெளியிட்டார். அணுக்களின் மொத்த அதிர்வுகளின் வெப்பமடைதல் ∴போனான் எனப்படும்.

$$C_v{}^P = 3R\left(\frac{4\pi^4}{5}\right)\left(\frac{T}{\theta_D}\right)^3 \qquad (1)$$



படம் 3 . திண்ம ஹீலியத்தின் குறிப்பிட்ட மோலார் கனஅளவிற்கான டிபை வெப்பநிலைகள்

இங்கு R= 1.987 கலோரி மோல்$^{-1}$K^{-1}, வளிம மாறிலி. θ_D என்பது சிறப்பியல் டிபை மாறிலி. இது திண்மத்தின் அணு இடைவிசையை விளக்குகிறது. $T \leq 0.1\,\theta_D$ எனில் சமன்பாடு (1) ஏற்புடையதாகிறது. மேலும் $T \geq 0.02\,\theta_D$ எனில் θ_Dஇன் மதிப்பு Tஐப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. அனைத்துக் கட்டங்களிலும் ∴போனான் தன் வெப்ப எண், சமன்பாடு (1) இற்கு உட்படும். சமன்பாடு (1) இலிருந்து கணக்கிடப்பட்ட C_vஇன் மதிப்பு θ_Dஐக் கொடுக்கிறது. இது படம் 3இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதன் பண்புகள் அட்டவணை 1இல் உள்ளன. டிபை மாதிரியில் சுழி-புள்ளி அதிர்வு ஆற்றல் T = OKஇல்

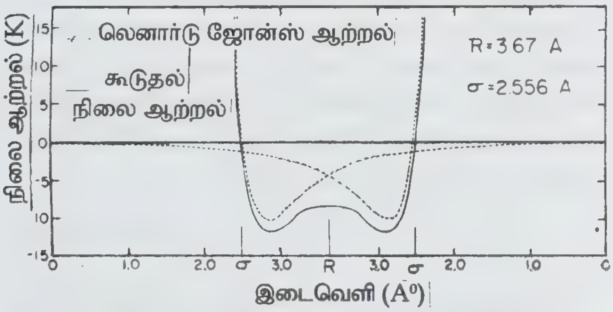
$$E_{ZP} = \frac{9}{8}\theta_D \qquad \ldots\ldots \qquad (2)$$

இந்த ஆற்றல் ஒரு முழுமையான குவாண்டம் எந்திரவியல் விளைவு ஆகும். இது இயக்க ஆற்றல் போல்

செயல்படுகிறது. வெப்ப ஆற்றல் மூலமாகவும் விளங்குகிறது. ஹீலியத்தின் சுழிப்புள்ளி திண்மத்தின் மின்னழுத்தம் ஹீலியம் அணுக்களால் காட்டப்பட்டுள்ளமையைப் படம் 4 தெளிவாக்குகிறது. மேலும் திண்ம ஹீலியத்தில் அணுக்கள் நிலையில்லாச் சமநிலைப் புள்ளியில் அமைகின்றன. சீரிசை அதிர்வுக் கொள்கை நிலையிலாத் திண்மத்தை விளக்குகிறது. குறைந்த வெப்பநிலையில் திண்ம ^3He இன் அணுக்கருத் தற்சுழற்சிகளைப் பொறுத்த C_v இன் மதிப்பு

$$C_v^{\,N} = 3R\left(\frac{J}{T}\right)^2$$

இங்கு $J = 10^{-3}K$, பரிமாற்று மாறிலி, $C_v^{\,N}$, $C_v^{\,P}$ இரண்டையும் T = 0.1K வெப்பநிலையில் ஒப்பிட இயலும். பொதுவாக மிகுவெப்பநிலையில் ^3Heஇன் வெப்ப இணை திறன்கள் C_vஐச் சார்ந்துள்ளன. இந்தச் சார் நிலையைத் (contribution) தெளிவான தொடர்புகளால் விளக்க முடிவதில்லை. இவ்வினைத் திறன்கள் உடனடியாகச் சுரங்கமிடுகின்றன.. ஆனால் இவை திண்ம ஹீலியத்தில் உட்படுத்தப்படுவதில்லை. இந்த எல்லைக்கு உட்படுத்தாத பண்பு இணைதிறன்களுக்கு மட்டுமல்லாமல் திண்ம ஹீலியத்தின் அனைத்துப் புள்ளிக் குறைபாடுகளுக்கும் (point defect) பொருந்தும்.



படம் 4. நேரியல் திண்மத்தில் ஹீலியம் அணுக்களின் நிலை ஆற்றல்

ஹீலியம் ஒரு குவாண்டம் திண்மம். திண்ம ஹீலியத்தின் மிகு சமப்புள்ளி அதிர்வு வீச்சு மற்றும் ஆற்றல் ஆகியன குவாண்டம் எந்திரவியலின் ஐயப்பாட்டுக் கொள்கையிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. ஒரே நேரத்தில் ஓர் அணு அமைவையும் அதன் உந்தத்தையும் சுழியாக்க இயலாது. இங்கு உந்தக் குறைவிற்கும் துகள் இட அமைவிற்குமிடையே ஒரு வழி நிறுத்தம் இருக்கிறது. சுழிப்புள்ளி ஆற்றலை மேற்பார்வையாகக் கொண்டால் ஒவ்வோர் அணுக்கருவும் அதன் அணிக்கோவைப் புள்ளியும் மிகு அதிர்வுப் பரவலைப் பெற்றிருக்கும். குவாண்டம் எந்திரவியல் பருப்பொருள் ஒளியாக இருப்பின் அலைகளால் விளக்கப்படுகிறது. இந்த அதிர்வுப் பரவல் அணிக்கோவைப் புள்ளியை மையமாகக் கொண்ட சார்பின் அலையால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்தப் பருப்பொருள் அலையின் அலைநீளம் λ, டிபிராக்ளி அலைநீளமாகும். இது துகளின் குவாண்டங்களிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. இந்தக் குவாண்டங்களை டிபோயர் என்பார் தன்னளவுகளால் பின்வருமாறு குறிப்பிட்டார்.

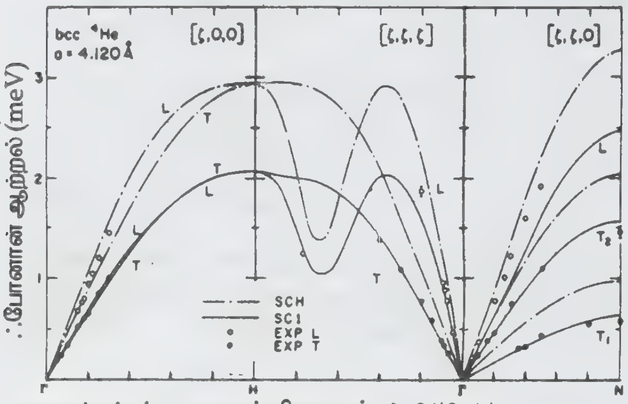
$$\Lambda = \frac{1}{2\pi}\,\frac{\lambda}{\sigma} = \frac{h}{\sigma(2m\in)^{1/2}} \qquad \text{......(4)}$$

இது டிபிராக்ளி அலை நீளம் $\lambda = \dfrac{h}{p}$ விற்கும் படிகத்திலுள்ள அணுக்களின் சிறும இடைவெளி σ விற்கும் இடையேயுள்ள விகிதமாகும். இவை இரண்டும் ஒப்பிடும் வகையில் அமைந்தால் திண்மம், குவாண்டம் திண்மமாக மாறுகிறது. மேலும் $\Lambda = \left(\dfrac{\overline{u^2}}{R^2}\right)^{1/2}$ எனத் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது. வீச்சு குறைவாக இருப்பின் அதிர்வு சீரிசையாக மாறுகிறது. Λ மிகுதியாக இருப்பின் திண்ம ஹீலியத்தின் அணுக்கள் மிகு சீரிசையிலா அதிர்வுகளைக் கொண்டிருக்கும். மிகு சீரிசையிலா அதிர்வுகள் T =OK இலும் தொடர்கின்றன. இது மேலும் குவாண்டம் திண்மத்தைக் குறிக்கிறது.

திண்ம ஹீலியத்தின் கொள்கை, அணுக்கருக்களின் அதிர்வுப் பரவலை விவரிக்கும் பொருத்தமான அலைச் சார்பைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது. இது ஓர் அணுக்கரு அலைச்சார்பாகும். பின்னர் இயற்பியலார் ஒவ்வோர் அணிக்கோவைப் புள்ளி மையத்தையும் காசியன் சார்பால் குறிப்பிட்டனர். காசியனின் அகலம் இயல்பான தன்னளவிலிருந்து விடுபடுகிறது. குவாண்டம் எந்திரவியலின் மாறுபாட்டுக் கொள்கை மிகத் துல்லியமாக அலைச்சார்பு ஆற்றலைக் குறைக்கிறது என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஆற்றல் குறைபாட்டின் சமன்பாடு மறு செய்தல் (iteration) முறையில் தீர்க்கப்படுகிறது. இம்முறை பார்ன் என்பவரால் கண்டறியப்பட்டது. பின்னர் முதலாவதாக 1962இல் நோசநோவ் மற்றும் ஷா என்போரால் வடிவமைக்கப்பட்டது.

1966இல் திண்ம ஹீலியத்திற்கான புதுக் கொள்கை உருவாக்கப்பட்டது. இக்கொள்கை கோக்லர், ஹார்னர் என்போரால் அணுக்கருவின் ஃபோனான் அதிர்வை விவரிக்க ஒட்டுறவுக் காசியன் சார்புகளுக்கு விரிவாக்கப்பட்டது.

சோக்குவார்டு என்பாரால் தன் இசைவு ∴போனான் (self consistent phonon) முறைமிகு சீரிசையிலாப் படிகங்களுக்காகக் கண்டறியப்பட்டது. இக்கொள்கையின் மிகு நேரியல் சோதனை நியூட்ரான் சிதறல் ஆகும். இது ∴போனான் அதிர்வெண்ணை நேரடியாகக் கணக்கிடுகிறது. bcc,hcp மற்றும் fcc, ^{4}Heஇன் கணக்கீடுகள் பல புதிய விளைவுகளைக் கொடுக்கின்றன. இதைப் படம் (5) விளக்குகிறது.



குறைக்கப்பட்ட அலைத் திசையன் ζ = Q/(2π/a)

படம் 5. He⁴ இன் போனான் -அதிர்வெண் பிரிகை வளைவரைகள்

திண்ம ஹீலியத்தின் (^{3}He) காந்தவியல் பண்புகள். திண்ம ஹீலியத்திலுள்ள ^{3}He அணுக்கருவின் அணுக்கரு அதிர்வு அலைச்சார்பு மிகுதியாகும். இது அருகிலுள்ள ^{3}He அணுக்கருவுடன் குறுக்கீடு செய்கிறது. இந்தக் குறுக்கீடு அணுக்கருத் தற்சுழற்சிகளுக்கு (I) இடையேயான பரிமாற்று இடையீடு ஆகும். இரண்டு தற்சுழற்சிகளுக்கு இடையே ஓர் எளிய ஹைசன்பர்க் பரிமாற்று இடையீட்டின் ஆற்றல் H ஆகும்.

$$H = -2J\, I_1 . I_2 \qquad (5)$$

இங்கு J என்பது பரிமாற்று மாறிலி. இது குறுக்கீட்டிற்குச் சமவிகிதத்தில் உள்ளது. அலைச்சார்பு Jஆல் கொடுக்கப்பட்ட கீழ்மட்ட ஆற்றல் நிலை குறையாக இருக்கிறது. எனவே குறைவெப்பநிலையில் திண்ம ^{3}He எதிர் ∴பெர்ரோ காந்தமாக மாறுகிறது. இந்தக் குறி (sign) சோதனையால் உறுதி செய்யப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, குறை அழுத்தத்தில் bcc^{3}Heஇன் J = -0.8mk என்னும் விகிதத்தில் சுரங்கமிடுதலால் குறுக்கீடு அணுக்களின் இயல்பு பரிமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இது பரிமாற்று இடையீடு (exchange interaction) எனப்படும். திண்ம ஹீலியம் ^{3}He குவாண்டம் கொள்கையின் அலைச்சார்புகளை விவரிப்பதன் மூலம் Jஐக் கணக்கிடமுடியும். இந்தக் கணக்கீடுகளுக்குப் பல முறைகள் உள்ளன.

பரிமாற்று ஆற்றல் பல சிறப்பான அணுக்கருக் காந்தவியல் கொள்கையை விவரிக்கிறது. குறிப்பாக விரைவு அணுப் பரவல் சுரங்கமிடல் (tunneling) ஆகிய நீர்மங்களுக்கான அணுக்கரு இயக்கவியலைத் (nuclear dynamics) தருகிறது.. பரிமாற்று இடையீடு ^{3}Heஇன் அனைத்து வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கையிலிருந்து குறிப்பாக அழுத்தத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றன. பரிமாற்றின் வெவ்வேறு கொள்கைகளில், எளிய ஹைசன்பெர்க் பரிமாற்று ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவது முரண்பாடாகவே உள்ளது. மேலும் பலவற்றின் தொடர்ச்சியான பரிமாற்றுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. J என்பது ஓர் எளிய எண் அன்று. இது ஓர் இயக்கி (operator) ஆகும். மெக்மகான்,வில்கின்ஸ் என்போரால் கண்டறியப்பட்ட H இன் பொதுவான அமைப்பு இப்போது சோதனைகளை விளக்கப் பயன்படுகிறது. ஆனால் இது உறுதியாக நிலைநாட்டப்படவில்லை. எடுத்துக்காடாக இதன் மாற்றத்திற்கு, நீல் வெப்பநிலையில் (Neel temperature) bcc ^{3}Heஇன் வரிசையான எதிர் ∴பெர்ரோ காந்தநிலையின் மாறுநிலையில் ஹைசன்∴பெர்க் அமைப்பு பின்வருமாறு உள்ளது.

$$T_N = -2.748J$$

$$\approx 2.2\text{mk } (V=24 \text{ செ.மீ.}^3\text{மோல்})$$

இவ்வரிசை சுழி வெளிக்காந்தப் புலத்தில் T_N = 1.1mkஇல் பெறப்பட்டுள்ளது. மேலும் காந்தமாக்கல் கணக்கீடுகள் எதிர் ∴பெர்ரோ காந்தவியல் நிலை மேற்தற்சுழற்சி, கீழ்த்தற்சுழற்சி என மாறி இருப்பதில்லை என்பதைக் குறிக்கும். இவ்வாறு bcc அணிக்கோவை, தற்சுழற்சி வரிசையால் மாறுபடுகிறது.

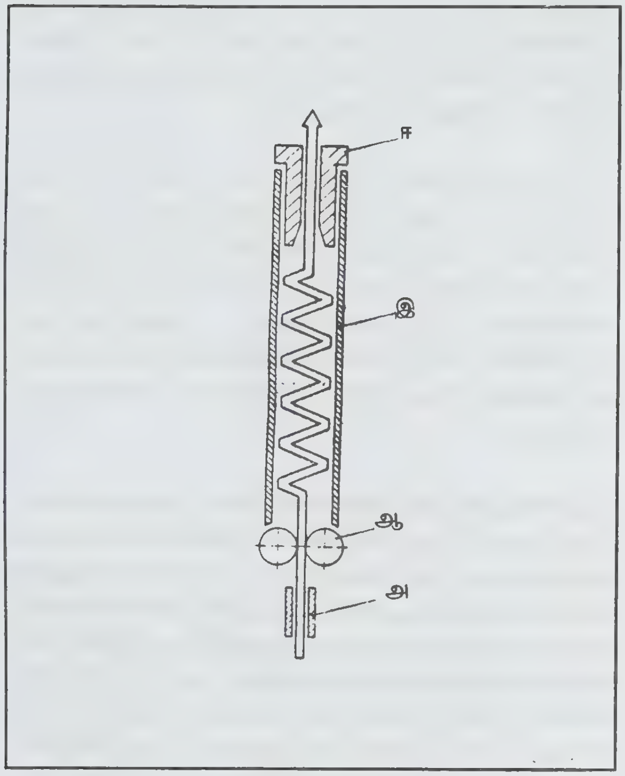
- பெ. துரைசாமி

துணைநூல். J.Wilks, *The Properties of Liquid and Solid Helium*, Oxford University Press, London, 1967; C.Domb and J.S. Dugdale, *Progress in Low Temperature Physics*, Vol.2, North Holland, Amsterdam, 1957.

திணிப்பெட்டி

ஒரு பெட்டியில் வெப்பத்தால் இளகவல்ல நூல் பொருளை இடைவெளியின்றித்திணித்து, அதே நிலையில் வெப்பவழிப் பதப்படுத்தலுக்குட்படுத்துவதால் துணியில் அலைவு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. திணிப்பெட்டியின் (stufler box) ஒரு

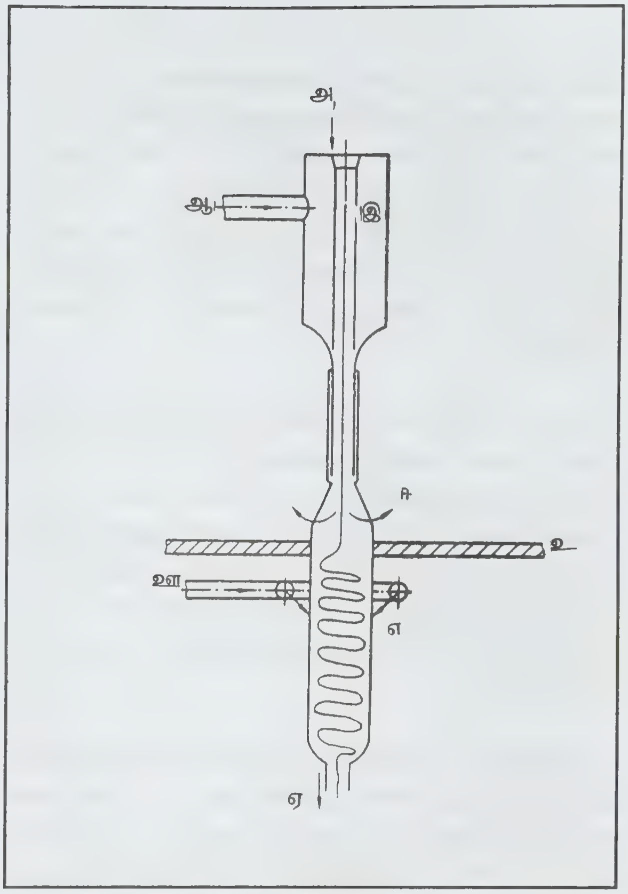
முனை வழியே நூல் புகுத்தப்பட்டு, மற்றொரு முனை வழியே வெளியே இழுக்கப்படுகிறது. பெட்டியினுள் துணி ஒரு ரம்பத்தின் கூர்முனைகளைப் போன்று தோற்றமளிக்கும். யாப்பு நூல் தயாரிப்பில் மிகப் பழமையான முறைகளுள் இதுவும் ஒன்றாகும், பனியன்கள், பின்னல் வகைச்சட்டைகள், விளையாட்டு வீரர் உடைகள், தலை வழியே கழற்றும் (pull-overs) சட்டைகள் ஆகியன இந்நூல்களால் தயாரிக்கப் படுகின்றன.



படம் 1

அ. நூல் நுழைவாயில், ஆ. புகுத்தும் உருளைகள். இ. வெப்பப்படுத்தப்பட்ட திணிப்பெட்டி , ஈ. மாற்றத்தக்க எடையினால் மூடும் அமைப்பு

எந்திர வகைத் திணிப்பெட்டி முறையில் (படம் 1) ஓர் உருளைத் தொகுதியின் வாயிலாக நூல் சூடுபடுத்தப்பட்ட, தக்க அழுத்தத்திலுள்ள திணிப்பெட்டியில் திணிக்கப்படுகிறது. கூடுதல் வகை உருமாற்றம் நிகழ்த்த, இருபரிமாண அலைவு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. 330 டெசிடெக்ஸ் வரை திணிப்பெட்டியில் அலைவேற்றம் செய்யப்பட்ட நூல்களுக்குப் பெரும் பயன்கள் இல்லை.



படம் 2

அ. நூல், ஆ. சூடான காற்று, இ. புகுத்தும் குழாய் ஈ. திணிப்பெட்டி, உ. காற்றோட்டத்தை விலக்கும் அமைப்பு ஊ. குளிர்காற்று , எ. காற்று புகும் சுவர் கொண்ட அலைவு அமைவுப் பகுதி, ஏ. அலைவேற்றமுற்ற நூல்

காற்றழுத்த (pneumatic) வகைத் திணிப்பெட்டியில் (படம் 2), மிகக் கரடுமுரடான நூல்களையும் 500-3300 டெசிடெக்ஸ் வரம்புக்கு நுண்மையாக்கலாம். பெரும்பாலும் அக்ரிலிக்குகளும் பாலிபுரோப்பீலீன்களுமே இத்துறையில் பயனாகின்றன. நிமிடத்திற்கு 67மீ. நூல் யாப்பு அடைவதாலும், எந்திர வகைத் திணிப்பெட்டியில் எய்தப்படும் இரு பரிமாண அலைவைவிடப் பருமனில் கூடுதலான முப்பரிமாண அலைவு கிட்டுவதாலும், காற்றழுத்தத் திணிப்பெட்டி முறை விரும்பப்படுகிறது.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

எந்திரங்களின் நகரும் பகுதிகளுக்கிடையே கசிவு ஏற்படாவண்ணம் காக்க அல்லது அவற்றிற்கிடையே பாய்ம மாற்றத்தை உண்டாக்கப் பயன்படும் பெட்டி போன்றதொரு கட்டமைப்பே திணிவுப் பெட்டி (stuffing box) ஆகும். இப்பெட்டி, முன்பின்னாக இயங்கும் உந்து தண்டு, சுழல் தண்டு, அச்சுத்தண்டு போன்ற ஏதேனும் ஒரு நகரும் அமைப்பைச் சுற்றியதோர் உள்ளீடற்ற உருளையாக அமைக்கப் பட்டிருக்கும்.

நகரும் அமைப்பிற்கும் இவ்வுருளைக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி அமுக்கப்பட்ட மென்மையான மசகடைப்புப் பொருளால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு நிரப்ப, சீராக்கும் அமைவு பயன்படுகிறது. பருத்தித் துணி (Cotton fabric), கயிறு, கல்நார் (asbestos) போன்றவை மிகுதியாகவும் ரப்பர், தோல், அமுக்கப்பட்ட கிரா∴பைட், அச்சு வார்ப்பிடப்பட்ட நெகிழி போன்றவை அரிதாகவும் மசகடைப்புப் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன.

சுழலி, சுழல் அமுக்கிகள் போன்ற எந்திரத் தொகுதி, குறுகிய இடைவெளிகள் தேவைப்படும் உயர் அழுத்தக் கருவிகள், போதுமான அளவு மசகடைப்புப் பொருள்கள் இராத கருவிகள் போன்றவற்றில் லாபிரிந்த் (labyrinth) எனப்படும் கருவிகள் திணிவுப் பெட்டிகளாகப் பயன் படுகின்றன.

இக்கருவியில் ஒரு சுற்றகமும் ஒரு நிலையகமும் காணப்படும். நிலையகத்தின் மேல் வரிப்பள்ளங்களும் (grooves) சுற்றகத்தின் மேல் தொடரான முகடுகளும் காணப்படும். சுற்றகத்திலுள்ள முகடுகள் நிலையகத்திலுள்ள வரிப்பள்ளங்களினூடே தொடர்பு கொண்டு செயல்படும்.

எந்திரத்திலுள்ள பாய்மம் முதலில் குறுகிய வழியினூடே சென்று பின் ஒரு கலத்தினுள் விரிவடையும். அவ்வாறு விரிவடையும்போது கலத்தினுள் ஆற்றலைக் கொடுக்கும். விரிவடைதல் பல முறை நிகழ்ந்தவுடன் லாபிரிந்தின் இயல்பு நிலைக்கும் இறுதி நிலைக்கும் இடையே ஓர் அழுத்த வேறுபாடு உண்டாகும். இவ்வாறு லாபிரிந்த் மூலம் பாய்மம் ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது.

- இரா. இந்து

திப்பிலி

இதற்குத் திப்பிலிக்கொடி, நாட்டுத் திப்பிலிக்கொடி என்றும் பெயர்களுண்டு. திப்பிலியின் அரிசியை அரிசித் திப்பிலி என்றும், வேரைத்திப்பிலி வேர், மோடி, தேசாவரம், கண்டத் திப்பிலி, நறுக்குத்திப்பிலி என்றும் கூறுவர். அரிசித் திப்பிலிக்கு ஆர்கதி, உண்சரம், உலவைநாசி, காமன், குடாரி, கோலகம், கோலி, கோழையறுக்கி, சுரம், சாடி, துளவி, மாகதி, சௌண்டி, தண்டுவி , கணம், கலினி, பானம், பிப்பிலி, வைதேகி, அம்பு, அதிமருந்து என்னும் பெயர்கள் உண்டு. கண்டத்திப்பிலிக்குத் திப்பிலிக்கட்டை, கிரந்திவேர், அம்பினடி, கிந்திகம், தன்மன், தன்மூலம், ரதிந்திகம், கேசாவரம், நதிகாந்தை, நறுக்குவேறு, மோடி வேர் என்னும் பெயர்களுண்டு.

திப்பிலிக்கொடியின் தாவரப் பெயர் பைப்பர் லாங்கம் (*Piper longum*) ஆகும். இது பைப்ரேசி என்னும் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இந்தியாவில் வெப்பப் பகுதியில் பயிராகும் இதன் காயும் காய்களிலிருந்து கிடைக்கும் விதைகளும் மருந்துக்குதவும். வங்காளத்திலும் தென்னிந்தியாவிலும் இதனை மிகுதியாகப் பயிர் செய்கின் றனர். தமிழ்நாட்டில் ஆனைமலைப் பகுதியில் தன்னிச்சையாக வளர்வதுண்டு.

கொடி. இது நிமிர்ந்து வளரும் கொடி. கணுப் பகுதிகளில் சற்றுத் தடித்திருக்கும். கிளைகள் நீண்டு படர்வனபோலச் சாய்ந்திருக்கும். செடியில் சுரப்பிகள் உள்ளமையால் ஒருவித நறுமணம் வீசும். கரும்பச்சை நிறத்தில் இலைகளிருக்கும். இலையின் மேற்பரப்புப் பளப்பளப்பாக இருக்கும்.ஆண், பெண் செடிகள் தனித்தனியாக இருக்கும். அரிதாக இருபால் மலர்களும் ஒரே செடியில் இருப்பதுண்டு. மலர்கள் மிகச் சிறியவை. இவை பூனைவால் மஞ்சரி (Catkin inflorescence) அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. ஆண் மலரில் 2-4 மகரந்தக் கேசரங்கள் உள்ளன.

பெண் மலரில் ஒரு சூலக அறையால் ஆன சூலகப்பையும் அதனுள் ஒரு சூலகமும் காணப்படும். இதன் கனி மிகச் சிறியது. பல கனிகள் பூக்கதிரின் தண்டில் அழுந்தியிருக்கும். காய் சற்று இனிப்பாக இருக்கும். திப்பிலியில் பைப்பெரின் என்னும் அல்கலாய்டு உள்ளது.

சாகுபடி. இச்செடியின் அடியிலிருந்து வெடிக்கும் குருத்துகளைக் கொண்டு பயிர் செய்வர். இவற்றைச் செழிப்பான, உயரமான, உலர்ந்த இடத்தில் 1-5 மீட்டருக்கு ஒன்றாக நடுவர். முதல் மூன்று ஆண்டுகளுக்குக் கனி பச்சையாக இருக்கும்போது செடியிலிருந்து பறித்து,

திப்பிலி (Piper longum)

வெயிலில் உலர்த்திச் சேமிப்பர். கனிகள் முதிராமல் பிஞ்சாக இருக்கும்போது, நெருக்கமாக வளர்ந்திருக்கும். மஞ்சரிக்காம்புடன் சேகரித்து உலர்த்தி மருந்தாகப் பயன்படுத்துவர். இதுவே அரிசித்திப்பிலி எனப்படும். 3 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு செடியின் வேரைத் தோண்டியெடுத்து உலர்த்துவர். இது நீளமாக, மெல்லியதாக, இளம் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். இதுவும் மருந்தாகப் பயன்படும். ஆயினும், கனியைப் போல் மிகுதியும் காரமாக இராது.

அரிசித்திப்பிலி. பச்சை அரிசித்திப்பிலி அழலையை யும் பித்தத்தையும் போக்கிக் குளிர்ச்சியைத் தரும். உலர்ந்த திப்பிலி இருமல், இரைப்பு, ஈளை, பாண்டு, சுவையின்மை, பொருமல், தலைவலி, மூர்ச்சை, கழிச்சல், பெருவயிறு, குளிர் காய்ச்சல், மேகக்கட்டி, தொண்டை, மூக்கு, காது, கண் சார்ந்த நோய்கள் நீங்க உதவும். வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொன்று பசியை உண்டாக்கும். விதை வீக்கத்திற்கும் மருந்தாக உதவும். திப்பிலியைத் தூள் செய்து தேனில் குழைத்து ஒரு திங்கள் சாப்பிட்டு வரத் தேமல் நீங்கும். வெண்குட்டம், வீக்கம்,தொழுநோய், குருதி விருத்தி, செரிமானம், மஞ்சள் காமாலை நீக்கத்திற்கு உதவும். ஈரலுக்கு உரம் தரும்; இடுப்பு வலி, மூட்டு வலிகளுக்கும் பயன்படும். நெய்யுடன் கூட்டி உண்ண விந்து பெருகும்.

ஒரு வேளைக்கு 4-8 கிராம் திப்பிலிப்பொடி எடுத்துச் சர்க்கரையுடன் கலந்து உண்ண வயிற்றுப்புசம், இளைப்பு, காய்ச்சல், மேகநோய் நீங்கும். திப்பிலியை நன்கு வறுத்துப் பொடித்து வேளைக்குச் சிட்டிகை வீதம் அரைத் தேக்கரண்டி தேனில் குழைத்து நாளும் 3 வேளை உண்ண வறட்டு இருமல் நீங்கும். திப்பிலி 4, மிளகு 8, ஓமம் அரைத் தேக்கரண்டி, 5 அல்லது 6 துளசி இலைகள் ஆகியவற்றுடன் 250 மி.லி. நீர் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்து 100 மி.லிட்டராகச் சுண்டச் செய்து வேளைக்கு 30 மி.லி. வீதம் தேன், பால் கலந்து உண்ண நீர்க்கடுப்பு, இருமல், கபக்கட்டு நீங்கும். திப்பிலி 50 கிராம் எடுத்துப் பொடித்து 4 கிராம் வீதம் 3 நாள் காலை வேளைகளில் தர வெள்ளைப் பெரும்பாடு போகும். திப்பிலிப்பொடி, கடுக்காய்ப் பொடி ஆகியவற்றைச் சம

அளவில் எடுத்துத் தேன்விட்டுப் பிசைந்து காலை, மாலை இலந்தைக் காயளவு மூன்று திங்கள் உட்கொள்ள இளைப்பு நோய் விலகும்.

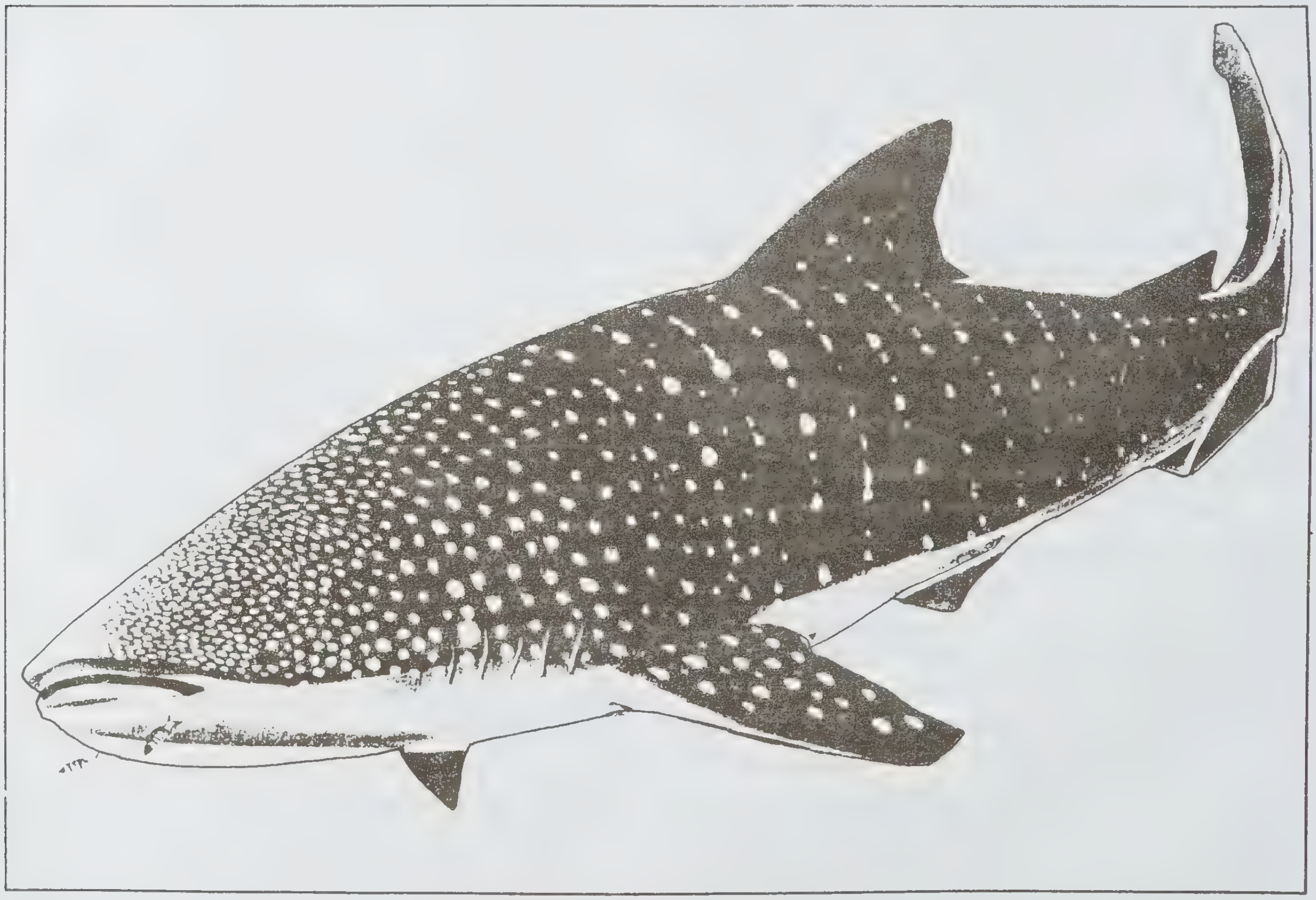
அரிசித்திப்பிலி 70 கிராம், சீரகம், சுக்கு, ஏலம், கண்டத்திப்பிலி, வாய்விடங்கம், கடுக்காய், மிளகு வகைக்கு 8 கிராம் எடுத்து வறுத்துத் தேன் அல்லது சர்க்கரை அல்லது பனைவெல்லம் சேர்த்துக் காய்ச்சிப்பாகு பதத்தில் பிசைந்து ஒரு பாக்களவு நாளும் 2 வேளை என 40 நாள் சாப்பிட்டு வர இரைப்பு, இருமல், தலைக்கிறுகிறுப்பு, ஈளை, நெட்டி ருமல்,நாவறட்சி நீங்கும். கண்டந்திப்பிலியைப் பால் விட்டரைத்துத் தர நீர்வேட்கை, உடல்கடுப்பு, வளிநோய், கோழை நீங்கும்.

- கோ.அர்ச்சுணன்
- ப.சம்பங்கி

திமிங்கிலச் சுறா

இது கடலில் வாழும் ஒருவகைச் சுறா மீன். இது பாலூட்டியான திமிங்கிலத்தைச் சார்ந்தது அன்று. திமிங்கிலத்தை ஒப்ப நீண்ட பெரிய உருவமாக 18 மீ. நீளம் வளரக் கூடிய சுறா வகையைச் சார்ந்தமையால் இது திமிங்கிலச் சுறா (*Rhincodon typus*) எனப் பெயர் பெற்றது. பிற சுறா இனங்களைப் போன்று இதுவும் ஒரு குருத்தெலும்பு மீன் ஆகும்.

திமிங்கிலச் சுறாவின் உடல் சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறமாகவும், உடலின் மேல் மஞ்சள் கலந்த வரிசையான வெண் புள்ளிகளாகவும் இருக்கும். வெப்பம் மிகுந்த அனைத்துக் கடல்களிலும் இதைக் காணலாம். திமிங்கிலச் சுறா கடலின் மேல் பரப்பில் கட்டையைப்போல் மிதந்து கொண்டிருக்கும். பொதுவாக இது தனித்து வாழும் தன்மையுடையது. ஆனால் சில சமயங்களில் கூட்டமாகவும், ஏனைய மீன் கூட்டங்களுடனும் காணப்படும். மேற்கிந்தியத்



திமிங்கிலச் சுறா (*Rhincodon types*)

தீவுகளை ஒட்டிய கடலிலும், கலி∴போர்னியக் கடலிலும் சூறை மீன் கூட்டங்களுடன் திமிங்கிலச் சுறா காணப்படுகிறது. திமிங்கிலச் சுறா கடலின் மேல் பரப்பில் மிதப்பதை எளிதில் கண்டு கொள்ளலாம். எனவே மீனவர்கள் திமிங்கிலச் சுறாவைக் கொண்டு சூறை மீன் கூட்டங்களை எளிதில் கண்டு கொள்வர். திமிங்கிலச் சுறா மனிதனுக்குத் தீங்கு விளைவிப்பதில்லை.

இதன் தலை பெருத்து முன்பக்கம் தட்டையாக இருக்கும். இரு தாடைகளிலும் பல சிறிய பற்கள் காணப்படும். கண்கள் சிறியவை; கண்களைக் காக்கச் சவ்வு மூடி (nictitating membrane) இல்லை. பிற சுறா மீன்களைப் போன்று இதன் தோல் தடிமனாகவும், சொரசொரப்பாகவும் இருக்கும். வளைந்த கூரிய முனையுள்ள செதில்கள் தோலில் வரிசை வரிசையாக இருக்கும். ஐந்து செவுள் துளைகள் பக்கத் துடுப்புகளுக்கு முன்னால் இரு பக்கங்களிலும் காணப்படும். நீண்ட முகடுகள் (ridges) கழுத்திலிருந்து வால் வரை முதுகில் ஒன்று, பக்கவாட்டில் இரண்டு அல்லது மூன்று எனக் காணப்படும். இவற்றில் ஒரு முகடு, வாலின் பக்கத்திலுள்ள முகட்டுடன் இணைந்துவிடும். வால் துடுப்பின் மேற்பகுதி மேல்நோக்கி நீண்டு வளைந்திருக்கும். இது வாலை வேகமாக அசைத்து நீந்தவல்லது. முன் முதுகுத் துடுப்பு சிறியதாகப் பக்கத் துடுப்புக்குப் பின் தள்ளியவாறு முதுகில் அமைந்திருக்கும். நடுக்கடலில் வாழும் திமிங்கிலச் சுறா சிறிய மீன்களையும் பிற உயிரினங்களையும் உட்கொள்கிறது. தன் அகன்ற வாயைத் திறந்து நீரை உறிஞ்சும்போது, உட்புகும் நீர் செவுள் துளை வழியாக வெளியேறிவிடும். நீர் வடிந்த பின் நீரிலிருந்து உயிரினங்கள் உணவுக்குழாய் மூலம் இரைப்பைக்குச் சென்று விடும். கரையோரக் கடல்களில் பிடிக்கப்பட்ட சில திமிங்கிலச் சுறாக்களின் வயிற்றில் கடல்பாசிகள் காணப்பட்டமையால் கடல் பாசிகளையும் இவை உணவாக உட்கொள்ளும் எனத் தெரிய வருகிறது.

திமிங்கிலச் சுறாவின் வாழ்க்கை முறையைப் பற்றிச் சரியாகத் தெரியவில்லை. 3 மீட்டருக்கும் குறைவான இது கடலில் பிடிக்கப்படவில்லை. இந்தியாவைச் சுற்றியுள்ள கடல்களிலிருந்து 4 -10 மீ. நீளமுள்ள திமிங்கிலச் சுறா மீன்கள் வலையில் அகப்பட்டன. சில சுறா இனங்களைப் போன்று, இவையும் முட்டையைக் கருப்பையில் இருத்திக் குஞ்சாக வெளியிடக்கூடும். வங்கக் கடலைவிட அரபிக்கடலில் திமிங்கிலச் சுறா மிகுந்து காணப்படுகிறது. குஜராத் மாநிலத்தை ஒட்டிய அரபிக்கடல் பகுதியில் டிசம்பர் - ஏப்ரல் மாதங்களில் மிகுதியாகப் பிடிபட்டது. இதன் தசையைப் பொதுவாக இந்தியாவில் பயன்படுத்துவதில்லை. ராமேஸ்வரம், மண்டபம் முதலிய இடங்களில் இதன் தசையைக் காயவைத்து, கருவாடாக இலங்கைக்கு ஏற்றுமதி செய்கின்றனர். இதன் ஈரல், மீன் எண்ணெய் எடுக்கப் பயன்படுகிறது. பம்பாய் போன்ற இடங்களில் திமிங்கிலச் சுறாவின் ஈரலை மட்டும் பயன்படுத்திக் கொண்டு சுறாவை மீண்டும் கடலில் விட்டுவிடுகின்றனர்.

- க.பாலசுப்ரமணியன்

துணை நூல். J.L.B. Smith, *The Sea Fishes of South Africa*, Central New Agency Ltd, Cape Town, 1965.

திமிங்கிலம்

இது நீரில் வாழ்வதற்கு ஏற்றவாறு தகவமைப்புப் பெற்ற பாலூட்டி ஆகும். திமிங்கிலம் நீரில் திறம்பட நீந்துதற்கு ஏற்றவாறு மீன் போன்ற உடல் தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளது. நீந்துவதற்குத் தடை ஏற்படா வண்ணம், பாலூட்டிகளுக்கே உரிய செவிமடல்களையும் (pinna) உடல் மூடிய மயிர்ப்போர்வையையும் (pepage) இது பெறவில்லை. வாயினருகே கட்டை மயிர் மட்டுமே காணப்படும். கழுத்துப் பகுதி தனியாக இராமல், தலை உடலுடன் (trunk) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தோலினடியிலுள்ள திமிங்கிலக் கொழுப்பின் (blubber) தடித்த அடுக்கு, உடல் வெப்பம் வீணாகாமல் காக்க உதவுகிறது. தோலில், வேர்வைச் சுரப்பிகள் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் ஆகியன இல்லை.

முன்கால்கள், துடுப்புகளாக மாற்றம் பெற்றுள்ளன. விரல்களும், விரல்களிலுள்ள கணுக்களும் எண்ணிக்கையில் ஏனைய பாலூட்டிகளிலுள்ளவற்றைவிடக் கூடுதலாகக் காணப்படுகின்றன. விரல்கள் தனித்தனியாக நார்த்திசுவால் மூடப்பட்டுத் துடுப்புத் தோற்றத்தை அளிக்கின்றன. இம்முன்கால் துடுப்புகள் மேலும் கீழும் அசைந்து திமிங்கிலங்கள் தம் பெருத்த உடல் பக்கவாட்டில் உருளாமல் நிலைப்படுத்த உதவுகின்றன. நீந்துவதற்கு உதவும் வால் துடுப்பு (tail fin) செங்குத்தாக இராமல் கிடைமட்டமாகப் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக வாலிலைகளைப் (tail flukes) பெற்றுள்ளது. பெரும்பாலான திமிங்கிலங்களில் எலும்புகளற்ற இணைப்புத்திசுவாலான ஒரு மேல் துடுப்பு (dorsal fin) உள்ளது. திமிங்கிலங்களில் பின்கால்கள் காணப்படா விடினும் அவை தொடர்பான இடை எலும்புகள் சில, பயனற்றுக் குறுகிச் சிறு எச்சங்களாக உடலினுள் அமைந்துள்ளன.

திமிங்கிலங்களுள், பல் திமிங்கிலங்கள் வடிதகட்டுத் திமிங்கிலங்கள் என இரு வகையுண்டு. பல் திமிங்கிலங்

1

2

3

படம் 1. நீலத் திமிங்கிலம்,
படம் 2. கூன்முதுகுத் திமிங்கிலம்
படம் 3. பெருந்தலைத் திமிங்கிலம்.

களில் உள்ள பற்கள் ஒரே அமைப்புடையவை; எளிமையானவை; மீன்களைக் கவ்வுவதற்கு உதவுபவை வடிதகட்டுத் திமிங்கிலங்களில் பற்களுக்குப் பதில் வடிதகடுகள் (baleen plates) அல்லது திமிங்கில எலும்புகள் அமைந்துள்ளன. வடிதகடு அடர்த்தியாக மயிருடன் முக்கோண வடிவில் அமைய, அகலமான அடிப்பகுதி ஈறுகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகடுகள் நூற்றுக்கணக்கில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வாயினுள் காணப்படும். வடிகட்டுத் திமிங்கிலங்கள் சிறிய இறால் போன்ற விலங்குகளை உண்டு வாழ்கின்றன. உணவு உண்ணும் போது திமிங்கிலங்கள் வாயைத் திறந்த வண்ணம் இரை விலங்குக் கூட்டத்தினுள்ளே புகுந்து நீந்தி வாயை மூடிக் கொள்ளும். வடிதகடுகள் வழியே நீரை மட்டும் வெளியேற்றி இரையை வாய்க்குள்ளேயே இருத்தி நாக்கால் துழாவி உணவுப் பாதைக்குள் செலுத்தும். இவ்வாறு ஒரு வேளைக்கு 10 டன் வரை உணவைச் சேகரித்து உண்ணும். திமிங்கலத்தின் வயிறு பல அறைகளாப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். முன் அறைகள் உணவை அரைப்பதற்கும் பின் அறைகள் உணவு செரிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

திமிங்கிலங்கள் 200 மீ. ஆழத்திற்கும் மேலாக நீரில் மூழ்கவல்லவை. சில வகைத் திமிங்கிலங்கள் ஒரு மணி நேரத்திற்கும் மேல் நீரினுள்ளே மூழ்கியிருக்கும் திறன் பெற்றவை. மூழ்குவதற்கு முன்பாகத் திமிங்கிலம் காற்றை நுரையீரல்களில் இழுத்துச் சேமித்துக் கொள்கிறது. மிகப்பெரிய நுரையீரல்களால், 4. க.மீ வரை காற்றைச் சேமித்து வைக்க முடியும். மூக்குத் துறைகள் (nostrils) தலையுச்சியின் நடுவே அமைந்துள்ளன. இவற்றைப் பீச்சுந்துளைகள் (blows hole) என்பர். திமிங்கிலம் மேலெழும்போது பீச்சுந்துளை உள்ள தலைப்பகுதி முதலில் வெளிவரும். பீச்சுந்துளையிலிருந்து வெளிவரும் நீராவி கலந்த வெப்பமான மூச்சு, கடலின் மேற்பரப்பிலுள்ள குளிர்ந்த காற்றினூடே பாயும்போது நீர்த்திவலைகள் தோன்றிப் பனிப்பீச்சு போன்ற காணப்படும். பீச்சுத் துளைகளின் வழியாக நீர் நுரையீரல்களுக்குள் சென்றுவிடாமலிருக்க, தடுக்கிதழ் (value) உள்ளது; அதே போல், வாயைத் திறந்து வைத்திருக்கும்போதும், காற்றுக்குழாய்க்குள் நீர் புகுந்துவிடாமலிருக்க, குரல்வளை (Larynx) மேலுயர்ந்து மூக்கின் உட்துளைகளுடன் பொருந்தியுள்ளது.

உடற்பருமனோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்க, திமிங்கிலங்களின் மூளையின் அளவு மிகச் சிறியது. மூளை சிறியதாக இருந்தாலும் நிறைய மடிப்புகளுடன் கூடியது. உணர்வுறுப்புகளில், மோப்பவுணர்வுறுப்பு நன்கு வளர்ச்சியுறவில்லை. செவிமடலில்லாத மிகக் குறுகிய காதுக் குழல்கள் சிறிய கண்களுக்குப் பின்புறம் அமைந்து, நீரின் உள்ளும் புறமும் எழும் ஒலிகளைக் கேட்க உதவுகின்றன. கண்ணிமைகள் நன்கு வளர்ச்சியுறாமல் மிகக்குறைந்த அளவு அசையுந் திறனுடன் விளங்குகின்றன. கண்ணீர்ச் சுரப்பிகள் கொப்பு நிறைந்த கண்ணீரைச் சுரந்து கண்களைக் காக்கின்றன.

ஆண் திமிங்கிலங்களின் விந்தகங்கள் வெளியே துருத்திக் கொண்டிருக்கும் விதைப்பையில் அமையாமல் உடலின் உள்ளேயே காணப்படும். பெண் திமிங்கிலத்தில் பெண் குறியின் இருபுறமும் மார்புக்காம்புகள் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் திமிங்கிலங்கள் ஒரு குட்டியையே ஈன்றாலும், மிக அரிதாக இரண்டு குட்டிகளையும் ஈனும். 1.லி. திமிங்கிலப் பாலில் 200 கிராம் கொழுப்பும், 20 கிராம் புரதமும் செறிந்துள்ளமையால் இதைக் குடிக்கும் குட்டித் திமிங்கிலங்கள் விரைவில் வளருகின்றன. ஒவ்வொரு மூலைக் காம்பிற்கு அடியிலும் ஒரு பால் சேமிப்புப் பை (milk reservoir). குட்டி, பால் குடிக்க முற்படும்போது இந்தப் பையில் சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் பால் வேகமாகக் குட்டியின் வாயினுள் பீரிட்டுச் செல்லும். இதனால் குட்டி, பால் குடிப்பதற்குக் குறைந்த நேரமே ஆகும்.

வடிதகட்டுத் திமிங்கிலம். இதில் மேல் துடுப்புடைய வடிதகட்டுத் திமிங்கிலம், முதுகுத் துடுப்பில்லா வடிதகட்டுத் திமிங்கலம் என இரண்டு வகையுண்டு.

முதுகுத் துடுப்பில்லா வடிதகட்டுத் திமிங்கிலம். முதுகுத் துடுப்பின்மையாலும் தொண்டை மற்றும் மார்புப் பகுதியில் உள்ள கீற்றுக் குழிவு (Ventral groove) இன்மையாலும் மற்றத் திமிங்கிலங்களிலிருந்து இது வேறுபடுகிறது. இதன் மேல்தாடையும் கீழ்த்தாடையும் V வடிவத்தில் அமைந்துள்ளன. மேல்தாடை மிக வளைந்தும் கீழ்த்தாடை கிடைமட்டமாகவும் இருக்கும். மேல் தாடையில் சற்றேக்குறைய 300 வடிதகடுகள் உள்ளன. இத்திமிங் கலத்தைக் கொன்றபிறகு இதன் உடல் மூழ்காமல் மிதந்து, இழுத்துச் செல்வதற்கு ஏற்புடையதாக உள்ளமையால் மீனவர்கள் கொல்வதற்கு ஏற்ற திமிங்கலம் (right whale) என்று இதனைக் குறிப்பிடுவர். இவ்வினத்தில் கிரீன்லாந்து, பசி.'.பிக், அட்லாண்டிக் திமிங்கிலங்கள் என்று பலவகை உண்டு.

கலிஃபோர்னியா சாம்பல் நிறத் திமிங்கிலம். இதற்கு மேல் துடுப்புகள் இல்லை. ஆனால் இரண்டு கீழ்க்கீற்றுக் குழிவுகள் உள்ளன. 15 மீ. நீளம் வரை வளரும் இயல்புடைய இது ஆர்டிக் பகுதியிலிருந்து கலி.'.போர்னியக் கடற்பகுதிக்கு வலசை (migration) போகும் இயல்புடையது.

முதுகுத் துடுப்புடைய திமிங்கிலம். இதற்கு மேல்துடுப்பும் கீழ்ப்புறக் கீற்று குழிவுகளும் உள்ளன. மிக விரைவாக நீந்தவல்ல இது கோடைக் காலத்தில் ஆர்க்டிக்,

அண்டார்டிக் பகுதிகளில் வாழும். குளிர்காலம் நெருங்கும் போது இது வெப்பப்பகுதிகளை நோக்கி நகர்ந்து, அடுத்த கோடைக்காலத்தில் மீண்டும் பழைய வாழ்விடங்களுக்கே திரும்பும். இவ்வினத்தில் குறிப்பிடத் தக்கது நீலத் திமிங்கிலமாகும்.

நீலத் திமிங்கிலம். இது இவ்வுலகில் வாழும் விலங்குகளிலேயே மிகப் பெரியது. நீலநிற உடலில், முன்கால் துடுப்புகளின் முனைகளும் உட்புறங்களுமே நிறமற்று வெண்மையாகக் காணப்படும். இவ்விலங்கிற்கு 80-100 கீழ்க் கீற்றுக்குழிவுகள் காணப்படும்.

துடுப்புத் திமிங்கிலம். நீலத் திமிங்கிலத்தைவிடத் துடுப்புத் திமிங்கிலம் மிகுதியாகத் தென்படும். 16.மீ. நீளம் வளரும் இது மிக விரைவாக நீந்தக்கூடியது. நீலத்திமிங்கிலத்தின் மேல் துடுப்பைவிட இதன் மேல் துடுப்பு வளர்ச்சியுள்ளமையால் இது துடுப்புத் திமிங்ககிம் எனப் பெயர் பெற்றது. இது கடல் வாழ் மிதவை யுயிரிகளையும் காட் போன்ற மீன்களையும் உண்டு வாழ்கிறது.

கூன் முதுகுத் திமிங்கிலம். இது வளைந்த முதுகுப் பகுதியையும், 20 கீற்றுக் குழிவுகளையும், மிக நீண்ட முன் கால் துடுப்புகளையும் உடையது. இதன் உடலின் மேற்புறம் கறுப்பு நிறத்திலும் கீழ்ப்புறம் கரும்புள்ளிகள் உடைய வெண்ணிறத்திலும் காணப்படும்.

பெருந்தலைத் திமிங்கிலம் அல்லது கொழுப்புத் திமிங்கிலம். இத்திமிங்கிலத்தின் கீழ்த் தாடையில் மட்டும் ஒவ்வொன்றும் ஏறத்தாழ 20 செ.மீ. நீளமும், 2.5 கி.கி. எடையுமுள்ள 40 பற்கள் உள்ளன. இப்பற்களின் உதவியால் மிகப் பெரிய கணவாய் மீன்களைப் பிடித்து உதவுகின்றன. மேல் தாடையில் பற்கள் இல்லை. வாய்க்கு மேலே தலைப்பகுதி பருத்துக் காணப்படும். இப்பகுதியினுள்ளே, காற்றில் பட்டவுடன் வெண்மெழுகாக மாறும் ஒரு வகை எண்ணெய் நிரம்பியுள்ளது. மேலும் இதன் வயிற்றினுள்ளே உருவாகும் ஒரு வகைப் பொருளை மணப்பொருள்களுடன் கலந்தால் நீண்ட நாள் மணம் மாறாமல் தங்கியிருக்கும்.

பார்பாயிஸ். இது 2.மீ. நீளமுள்ளது. இதன் உடலின் மேற்புறம் கறுப்பாகவும் கீழ்ப்புறம் வெண்மையாகவும் விளங்கும். முன்கால் துடுப்புகளும் மேல்துடுப்பும் சிறியனவாக இருந்தாலும் இத்திமிங்கிலம் நன்கு நீந்தக்கூடியது. இதன் வாயினுள் ஏறத்தாழ 100 பற்கள் உள்ளன.

கொலைத் திமிங்கிலம். ஆண் திமிங்கிலம் 10.மீ. நீளமும், பெண் திமிங்கிலம் 5 மீ. நீளமும் வருகின்றன. மேல் துடுப்பு உயரமாகவும், முன்கால் துடுப்புகள் அகலமாகவும் விளங்கும். உடலின் கீழ்ப்புறமுள்ள வெண்மைப் பட்டையையும் கண்ணின் மேலுள்ள வெண்திட்டையும் தவிர உடல் முழுதும் கறுப்பு நிறமுடையது. கடலில் வாழும் கடற்பசு, கடற்பன்றி, மீன், பெங்குவின் போன்றவற்றை இத்திமிங்கிலம் கொன்று தின்னும். சில சமயங்களில் பெரிய திமிங்கிலங்களையும் தாக்கி அவற்றின் உடலிலிருந்து சதைத் துண்டுகளைத் தின்னும்.

வழிகாட்டித் திமிங்கிலம். இதன் தலை உருண்டையானது. வாய்ப்பகுதி அலகுபோல் கூர்மையானது. 7-9 மீ. நீளமுள்ள இவ்வகைத் திமிங்கிலம் கூட்டங்கூட்டமாக வாழும் வழக்கமுடையது. அக்கூட்டத்திலுள்ள ஒரு தலைமைத் திமிங்கிலம் வழிகாட்ட அதற்குக் கட்டுப்பட்டு ஏனைய திமிங்கிலங்கள் வாழும்.

டால்ஃபின். அலகு போன்ற வாய்ப்பகுதியை உடைய இது கருநீல உடலைப் பெற்றுள்ளது. இதன் உடலின் அடிப்புறம் வெண்மையானது. ஏறத்தாழ 3 மீ. நீளம் வளரும் இத்திமிங்கிலத்தின் வாயில்100 பற்கள் காணப்படும். காண்க : டால்ஃபின்.

அலகு திமிங்கிலம். இதன் அனைத்துப் பற்களும் கீழ்த்தாடையில் உள்ளன. வாய்ப்பகுதி அலகு போன்ற அமைப்புடையது. 4 - 14 மீ. நீளம் வரை வளரும் இத்திமிங்கிலத்தின் 2 அல்லது 4 பற்களைத் தவிர ஏனைய பற்கள் வளர்ச்சியுறாமல் ஈறுகளுக்குள் புதைந்து பல்லில்லாத் தோற்றத்தைத் தருகின்றன. எ-டு : குவியர் அலகு திமிங்கலம், வெண் திமிங்கலம்.

கொம்பன் திமிங்கிலம். ஆர்க்டிக் பகுதிகளில் காணப்படும் இது கரும்புள்ளி வெண் தோலுடையது. கருவில் அனைத்துப் பல்முளைகளும் (tooth buds) தோன்றினாலும், அவை மறைந்து, மேல்தாடையின் நடுவில் இரண்டு வெட்டுப்பற்கள் (incisors) மட்டும் வளர்ச்சியுறுகின்றன. பெண் திமிங்கலத்தில் இவ்விரண்டு பற்களும் சிறியவை. ஆனால் ஆணில் இவ்விரண்டில் இடப்பக்கப் பல் நீண்டு வளர்ந்து யானையின் தந்தம் போன்றிருக்கும். சில சமயங்களில் வலப்பக்கப் பல்லும் இவ்வாறு வளர்கிறது. மிக அரிதாக இரண்டு பற்களுமே நீண்டு வளர்கின்றன. 5 மீ. வரை வளர்கின்ற இத்திமிங்கலம், தந்தத்திற்காகக் கொல்லப் படுகிறது.

ஆற்று டால்ஃபின். 3 மீ. நீளம் வரக்கூடிய இது திமிங்கல இனத்தைச் சேர்ந்தது. பறவை போன்ற ஆனால் பற்களையுடைய அலகைக் கொண்டது. இதன் கண்கள் சிறியவை. கங்கை டால்ஃபின் என்பது பிரம்மபுத்திரா, கங்கை, சிந்து போன்ற ஆறுகளில் வாழும்.

- அ. பசுபதி

துணைநூல். P. Budkar, *Whales and Whling*, Macmillan and company, New York, 1959.

திமிங்கில மீன்

செடுங்கூலி வரிசையில் செடோமிமிடே பார்பெளரிசிடே ரொண்டெலிடிடே ஆகிய குடும்பங்களைச் சேர்ந்த மீன் திமிங்கில மீன் (whale fish) எனப்படும். இந்த ஆழ்கடல் மீனின் முகப்புத் தோற்றம் திமிங்கிலத்தின் உருவத்தை ஒப்பத்தோன்றுவதால் இது திமிங்கில மீன் எனப்படும். ஆனால் இது திமிங்கிலத்தைப் போன்ற நீண்ட பெருத்த உடலமைப்பைக் கொண்டதன்று. ரொண்டெலிடியா இன மீன் 8-12 செமீ. நீளமுடையது. 300-1000 மீ. ஆழத்தில் வசிக்கக் கூடியது. இதனை அட்லாண்டிக், இந்திய பசிபிக் பெருங் கடல்களின் ஆழமான பகுதிகளில் காணலாம்.

இது பழுப்பு கலந்த ஆரஞ்சு நிறமுடையது. தாடைகளும் துடுப்புகளும் ஆழ்ந்த சிவப்பு நிறமாகக் காணப்படுகின்றன. தோலில் செதில்கள் இல்லை. அகன்ற வாயும் சிறிய கண்களும் காணப்படும். தசை நார்களும் எலும்புத் தன்மையும் குறைவாகவே உள்ளன. உடலின் பக்கவாட்டில் மருங்கு கோட்டு மண்டலம் (lateral line canal) இல்லை. மாறாகச் செவுள்முடியின் பின்முனையிலிருந்து வால் வரை மேலிருந்து கீழாக வரிசையாகச் சுரப்பித் துளைகளைக் காணலாம். உடலின் முன்பகுதியில் குறைந்த எண்ணிக்கையில் காணப்படும் இத்துளைகள் உடலின் பின் பகுதியில் 10-16 வரை காணப்படுகின்றன. இம்மீனின் மலப்புழை (anus) அருகிலும் முதுகுத்துடுப்பு (dorsal fin) மலப்புழைத்துடுப்பு (anal fin) ஆகியவற்றின் அடியிலும் ஒளிவீசும் உறுப்புகள் காணப்படும். செடோமிமிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்த திமிங்கில மீனில் இடுப்புத் துடுப்பு (pelock fin) இல்லை. திமிங்கில மீன் கடலில் மிகு ஆழத்தில் உள்ளமையால் எண்ணிக்கையில் குறைவாகவே காணப்படும். எனவே இதன் வாழ்க்கையைப் பற்றிய முழு விவரங்களும் புலனாகவில்லை.

- க. பாலசுப்பிரமணியன்

துணை நூல். M. Chanday, *Fishes*, National Book Trust of India, New Delhi, 1970.

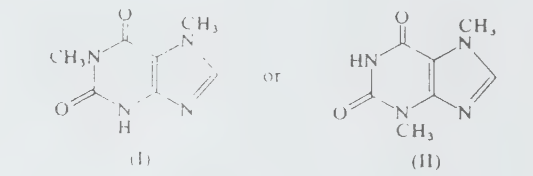
தியோடலைட்

காண்க : தொலைவளவி

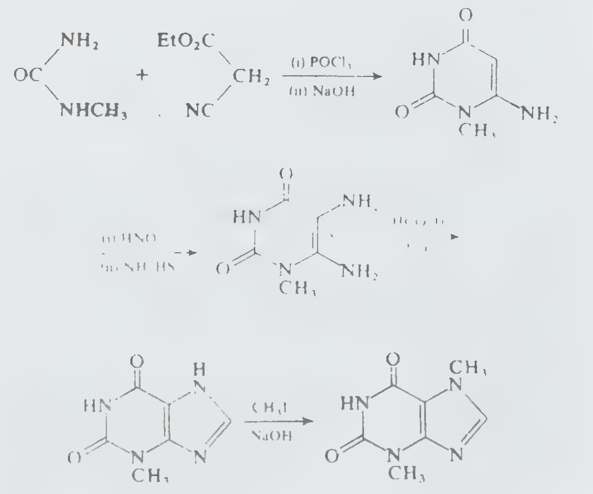
தியோபுரோமின்

இச்சேர்மம் பியூரின் வகையைச் சேர்ந்த சாந்தைனின் மெத்தில் பெறுதிகளில் இன்றியமையாதது. கோக்கோ விதைகளில் காணப்படும் இப்படிகத் திண்மம் (உருகுநிலை 337ºC) நீரில் குறைந்த அளவே கரைகிறது.

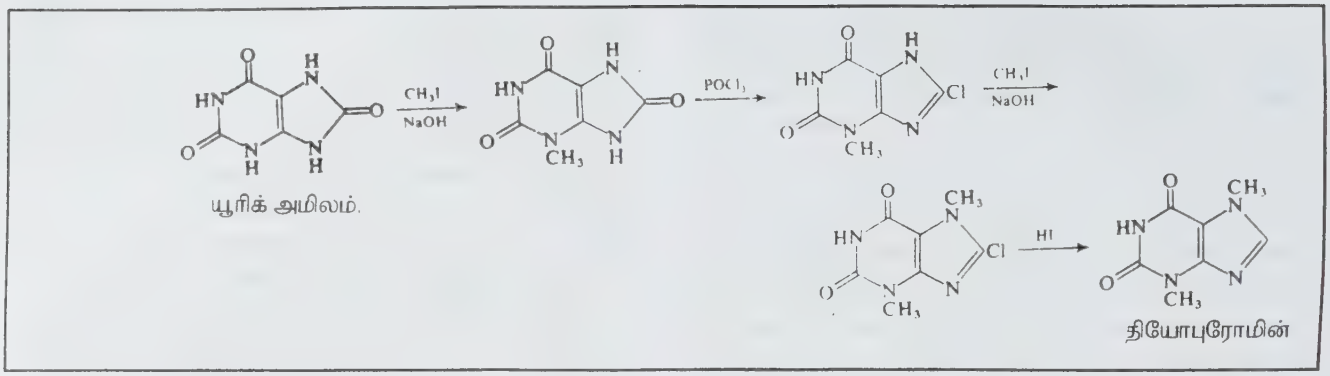
தியோபுரோமின் சேர்மம் பொட்டாசியம் குளோரேட்டுடன் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்போது மெத்தில் அல்லோக்சானையும் மெத்தில் யூரியாவையும் தருகிறது. மேலும் இதன் வெள்ளி உப்பை மெத்தில் அயோடைடுடன் வெப்பப்படுத்தும்போது கெ.ஃபின் கிடைக்கிறது. எனவே தியோபுரோமினின் அமைப்பு கீழ்காணும் இரண்டு அமைப்புகளில் (I அல்லது II) ஒன்றாக இருக்க வேண்டும்.



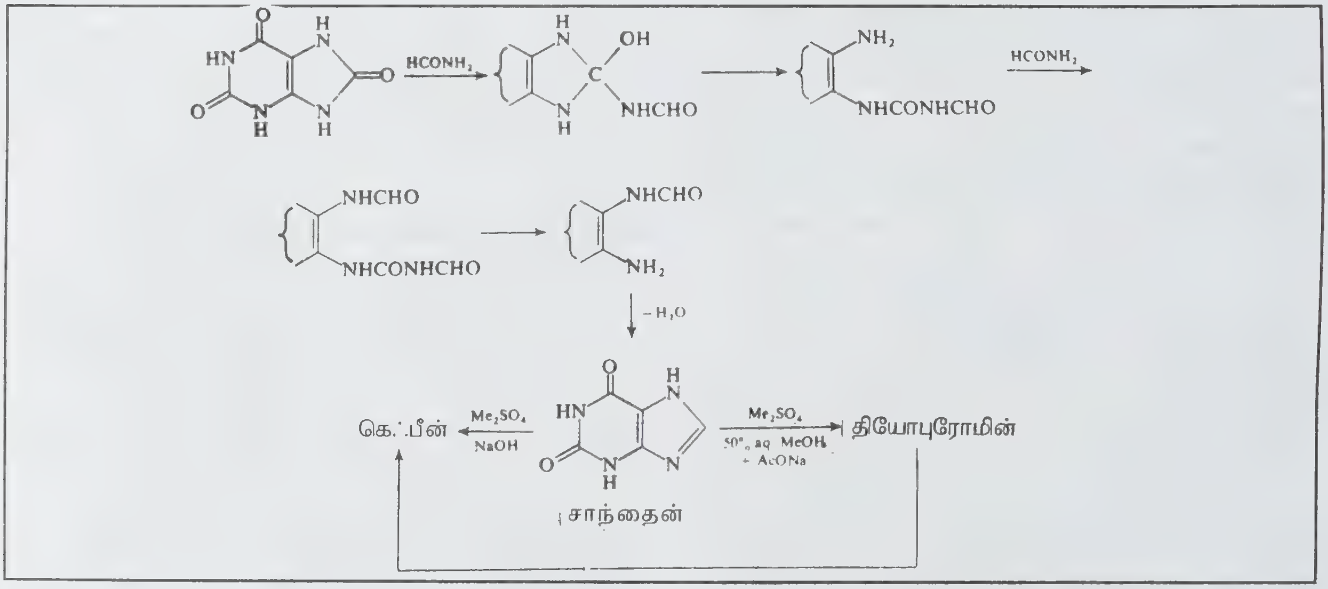
டிராபே தொகுப்பு முறையின் மூலம் பிரிமிடின் வளையத்தில் மெத்தில் தொகுதி மூன்றாம் இடத்தில் உள்ளமை உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது.



தியோபுரோமின்



எனவே தியோபுரோமினின் அமைப்பு II என்பது தெளிவாகிறது. மேற்காணும் வினையில் மெத்தில் யூரியா மற்றும் சயனோ அசெட்டேட் ஆகியவற்றின் வினை மூலம் உண்டாகும் வினைப்பொருளில் தனியாக அமினோ தொகுதி இடம்பெறுவதில்லை. எனவே இவ்வினை



கார்பீதாக்சில் தொகுதிக்கும் மெத்தில் யூரியாவின் மெத்தில் தொகுதிக்கும் இடையில் நடைபெறுவதில்லை என்பது விளங்கும்.

ஃபீஷர் தியோபுரோமினை யூரிக் அமிலத்திலிருந்து கீழ்க்காணும் முறையில் தயாரித்தார்.

எளிய முறையில் சாந்தைன், கெ.ஃபீன் மற்றும் தியோபுரோமினை யூரிக் அமிலத்திலிருந்து பெறுவதற்கான ஃபிரெட்ரிக்கின் முறை :

தியோபுரோமினின் இரட்டை உப்புகள் மருத்துவத் துறையில் சிறுநீர்ப் பெருக்கியாகப் (diuretic) பயன்படுகின்றன. எ-டு; சோடியம் தியோபுரோமின்-சோடியம் சாலிசிலேட்.

- க. சிவகாமி

-சு சித்ரா

திரட்சி

எதிர்ப்பொருள் (antibody) எதிர்ச்செனியுடன் (antigen) இணைவதால் விளையும் மின்விளைவு திரட்சி (agglutination) எனப்படும். எதிர்ப்பொருள் எதிர்ச்செனியுடன் இணைவது இருவகைகளில் புலனாகும். முதற் சேர்க்கையைக் (primary union) கதிரியக்க அடையாளமிடப்பட்ட (labelled) அல்லது ஒளிர்தல் உடைய சாயக் குறியீடுகளைப் (fluorescnt dye makers) பயன்படுத்துவதன் மூலம் அறியலாம். இதன் விளைவுகள்

அணைவுத்திரட்சி (aggultination of the com plex), வீழ்படிவு (precipitation), எதிர்ப்பொருள் தவிர்த்த பிறி கூறுகளைச் செயல்வன்மை உடையவனவாக மாற்றுதல் ஆகியன. சான்றாக, ஊனீர் நிரப்பி (serum complement), ஹிஸ்டமின் மாஸ்ட் செல்களிலிருந்து வெளிவருதல் ஆகியன.

இவ்வாறு இரண்டாவதாகத் தோன்றும் இந்தத் திரட்சி மின் நிகழ்வு உருவாவதற்குப் பல மாறிகள் (variables) பங்கேற்கின்றன. எதிர்ப்பொருள் வகை, எதிர்ப்பொருள் மற்றும் எதிர்ச்செனியின் விகிதாசாரம், எதிர்ச்செனி மூலக்கூற்றின் இயல்புகள், மின்பகுளிகள் (electrolytes), தடுப்பாற்றல் மிகு பொருள்கள் (inhibitors), நிலையற்ற கூறுகள் (unstable components) ஆகியன.

திரட்சி அமைவதற்கு எதிர்ப் பொருள்கள் ஒரு துகள் பொருளின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள எதிர்ச்செனியுடன் வினைபுரிவதே காரணம். இத்துகள் பொருள்கள், நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் குருதிச் சிவப்பணுக்கள் ஆகியன வாகவும் அமையலாம். இத்துகள்கள் ஒன்றோடொன்று கோத்துக் கொண்டு பெருந்திரள்களாக உருப்பெறுகின்றன. இத்துகள்கள் திரட்சிகளாக மாறும்போது தெளிவாகக் கண்ணிற்குப் புலனாகின்றன.

திரட்சி ஆய்வு (agglutination test)**.** இந்த ஆய்வு பெக்ஸ் தட்டில் அமைந்துள்ள வட்டவடிவமான சிறுசிறு குழிகளில் நடத்தப் பெறுகிறது. இக்குழிகளில் எதிர் ஊனீர் (antiserum) இரட்டை நீர்ப்பு முறையில் (doubling dilutions) நிரப்பப் பெறுகிறது. (1:1 ; 1:2, 1:4, 1:8 ; 1:16 ; 1:32 ; 1:64 ; 1:128 ; 1:256). பிறகு துகள் எதிர்ச்செனி கூட்டப்பெற்று 37^0 C இல் அடைகாக்கப்படுகிறது. திரட்சியைக் குழியின் அடியில் காணலாம். எந்தக் குழி திரட்சியைக் காண்பிக்கிறதோ அதன் செறிவே முறிவு அளவாக (titre value) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதுவே ஊனீர் யூனிட் கன அளவிற்கு எதிர்ப்பொருளின் யூனிட் அளவாகக் கொள்ளப்படுகிறது. காட்டாக, திரட்சி 1:256 இல் தோன்றினால் அதுவே எதிர் ஊனீரின் அளவாக 1 மில்லி கொள்ளளவில் 256 யூனிட்டுகளாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

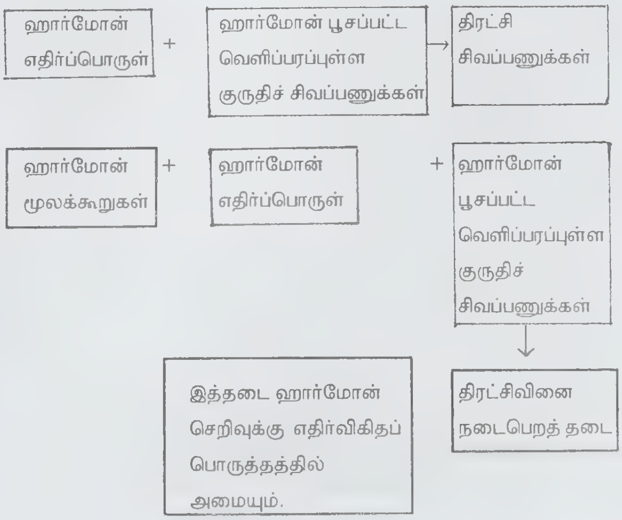
ஆய்வில் ஏற்படும் சிக்கல் எதிர் ஊனீரின் செறிவு கூடத் திரட்சி வினையை அது குறைத்து அல்லது நிறுத்தி சரியான நீர்த்த அளவில்தான் திரட்சிவினையை நடைபெறச் செய்யும். இதைப் புரோசோன் நிகழ்வு (prozone phenomena) எனக் கூறுவர். இச்சிக்கல் ஏற்பட இரு முக்கிய காரணங்களைச் கூறலாம். புரதச் செறிவு கூட்டினால் அதற்குத் துகள்கள் கூழ்ம நிலைநிறுத்தம் வன்மை பெறும். ஆகவே திரட்சி நடைபெறாது. துகள்களில் புரத மூலக்கூறுகள் அணைத்துக் கொள்ளும்போது துகள்களிடையே ஒருவித மின் தவிர்ப்பு (electro repulsion) உருவாகிறது. இது எதிர்ப்பொருள் எதிர்ச்செனிக் கூடலுக்கு எதிரிடையாகச் செயல்புரிகிறது. 2. மேலும் இவ்வாறு திரட்சி வினை நிகழ்வதற்கு மின்பகுளிகள் எதிர்ப்பொருள்-எதிர்ச்செனி இவை தொங்கும் அமைப்பில் (suspending medium) விளங்குவது மிகத் தேவை. இல்லாவிடில் திரட்சிவினை நடைபெறாது. ஆகவே இத்திரட்சிகள் அனைத்தும் உடலியங்கியல் உப்புச்செறிவு அல்லது மின்பகுளி அமைப்பிலேயே நடத்தப்படுகின்றன.

பயன்கள். திரட்சி முறைகள் மருத்துவத்தில் பல்வேறு தொழில்நுட்பப் பயன்களை அளிக்கின்றன.

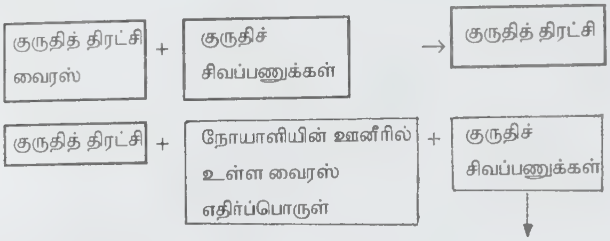
1. அறுதியிடு நுண்ணுயிரியல் (diagnostic bacteriology). வைடால் ஆய்வு (widal test) சால்மொனெல்லாவின் எதிர்ப்பொருள்கள் ஊனீரில் உள்ளனவா என்று அறுதியிட ஐயத்திற்குரிய நோயாளிகளின் ஊனீரில் இந்த ஆய்வு நிகழ்த்தப்படுகிறது.

2. குருதிக் குழுப் பிரிவு (blood grouping) அல்லது பகுக்கும் அடிப்படை ஆய்வில் பயன்படுகிறது. குருதியை A,B,O என்னும் குருதிக் குழுக்களாகப் பகுக்கத் திரட்சி நுட்பம் பயன்படுகிறது. சான்றாக எதிர் -A- ஊனீர், A-எதிர்ச்செனியுடைய குருதிச் சிவப்பணுக்களையே திரட்சி வினைக்கு ஆளாக்கும். அதே சமயம் B மற்றும் O குருதிக் குழுக்களைச் சார்ந்த சிவப்பணுக்கள் எவ்வித எதிர் வினையையும் காட்டா.

3. ஹார்மோன் கணிப்பு முறைகளில் குருதிச் சிவப்பணுக்கள் மற்றும் பாலிஸ்டைரின் பால் (polystyrene latex) ஆகியன வெவ்வேறு ஹார்மோன் எதிர்ச்செனிகளால் பதிக்கப்பெறும்.



4. குருதித் திரட்டு எதிர்ப்பு ஆய்வுகள் (inhibition of haemagglutination). இவை மிகவும் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் அறுதியீட்டு ஆய்வுகளாகும். இவற்றில் நோயாளிகளின் ஊனீரில் எதிர்ப்பொருள்கள் உள்ளனவா என அறுதியிடலாம்.



குருதித் திரட்சி நடைபெறாமல் வைரஸ் எதிர்ப்பொருள் செறிவிற்குத் தக்கபடி எதிர்விகிதப் பொருத்தத்தில் தடுக்கப்படுகிறது.

கூம்பின் எதிர்க்குளோபுளின் ஆய்வு (Coomb's antiglobulin test)**.** குருதிச் சிவப்பணுக்களின் செல் சுவரின் ஆழத்தில் மறைவாகச் சில எதிர்ச்செனிகள் பொருந்தியிருக்கும்போது அவை எதிர்ப்பொருளின் வினைபுரியும் ஆற்றல் பெற்றன அல்ல. இத்தகு சமயங்களில் ஓர் எதிர்க்குளோபுலின் சேர்ந்தவுடன் அது பொருந்திச் சிவப்பணுக்களைக் கூட்டித் திரட்சிவினை புரிய வைத்துவிடும்.

சில முக்கிய திரட்டு ஆய்வுகள்

வைடால் ஆய்வு. இது பொருந்தியுள்ள சால்மொனொல்லா நோயை அறுதியிடும் ஊனீர் அறுதியீட்டு ஆய்வாகும். பொதுவாக நோயாளியின் ஊனீர் நீர்க்கப்பட்டு அது உடல் (O) எதிர்ச்செனி (somatic - O - antigen), நூலிழை (H) எதிர்ச்செனி (flagellar - H - antigen) இவற்றிற்கு எதிராக ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. நோயாளி இந்நோயினால் தாக்கமுற்ற ஒரு வாரத்தில் எதிர்ப்பொருள் தோன்றி தன் முறிவுச் செறிவு பெற்று மீண்டும் மூன்றாம் வாரத்தில் உச்சத்தை அடைகிறது. இத்திரட்சி ஆய்வு அறுதியீட்டிலும் சில சிக்கல்கள் உள்ளன.

1. டை∴பாயிடு, பாராடை∴பாயிடு இவற்றின் அம்மை குத்தலால் (vaccination) தடுப்பாற்றல் செய்யப்பட்ட நோயாளிகள் இந்த ஆய்வுக்குத் தவறான கணிப்பைத் தருவர்.

2. உயரும் முறிவுச் செறிவு (rising titre) இந்நோய்களை அறுதியிடுவதில் துணைபுரியலாம். சில மாதங்களில் எதிர்ப்பொருள் செறிவு குறையும்; 'O' எதிர்ப்பொருள் மிகுதியும் மாறுவதில்லை.

3. சாதாரணமாகவே, சாதாரண ஊனீரிலும் சால்மொனெல்லா திரட்சி எதிர்ப்பொருள் சிறிதளவு உண்டு. இதன் அளவு மனிதரிடையே வேறுபடும்.

பால்-∴பன்னல் எதிர்வினை - ஆக்ரமிப்பு ஒற்றைக் கரு விலங்குகளில் நோயை அறுதியிடல்

ஆக்கிரமிப்பு மோனோநியூக்ளியோசிஸ் நோயில் செம்மறியாட்டின் சிவப்பணுக்களைத் திரட்டும் திரட்சிகள் (agglutinins) தோன்றும். சாதாரணமாக, ஊனீர் செம்மறியாட்டின் சிவப்பணுக்களைத் திரட்டினாலும் முறிவுச்செறிவு 128, 256-ஐ இந்நோயைக் கட்டுவதாக அறுதியிட்டுக் கூறலாம். எதிர்-இசிவுநோய் - ஊனீரால் (antitetanus serum) தடுப்பாற்றல் பெற்ற சில மனிதர்களில் ஊனீரில் செம்மறியாட்டுச் சிவப்பணுக்களைத் திரட்டும் திரடசிகள் தோன்றக்கூடும். இதற்குக் காரணம் இயற்கையிலேயே பரவியுள்ள ∴போர்ஸ்மேன் எதிர்ச்செனி (Forssman antigen) ஆகும். இந்த எதிர்ச்செனி செம்மறியாடு மற்றும் கினியாப் பன்றி போன்ற பல விலங்குகளிடமும் விரவியுள்ளது. இந்த ∴போர்ஸ்மேன் எதிர்ச்செனியை ஆக்கிரமிப்பு மோனோ நியூக்ளிசியோசஸ் எதிர்ச்செனியிடமிருந்து பிரித்தறிய முடியும். இதற்காக நோயாளியின் ஊனீரைக் கினியாப் பன்றியின் சிறுநீரகத்துடன் கலப்பர். இதனால் ∴போர்ஸ்மேன் எதிர்ச்செனி முறிவுபெற்றுச் செம்மறியாட்டு எதிர்ப்பொருள் அறுதியீட்டு ஆய்வுக்கு விட்டு வைக்கப்படும்.

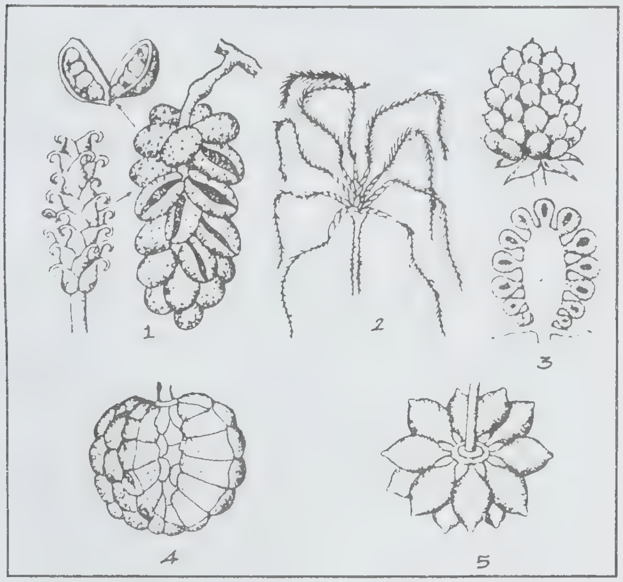
குருதித் திரட்சித் தணிப்பு ஆய்வுகள். பல வைரஸ் நோய்களை அறுதியிட இம்முறை பயன்படுகிறது. இதற்கு அடிப்படையே இன்புளுயன்சா, தாளம்மை (mumps), பாரா இன்புளுயன்சா ஆகியவற்றின் வைரஸ்கள் கோழி, கினியாப்பன்றி, மனிதக் குருதிச் சிவப்பணுக்களுடன் திரட்சி வினையாற்ற முடியும். அடினோ வைரஸ்கள் எலி, குரங்குகளின் குருதியணுக்களைத் திரட்சிச் செய்ய முடியும் என்பதேயாகும். இந்த வைரஸ், விலங்குச் சிவப்பணுக்கள், நோயாளியின் ஊனீர் இவை மூன்றும் ஒன்றாகக் கலக்கப்படுகின்றன. வைரசுக்கு எதிர்ப்பொருள் வெவ்வேறு அடர்வில் நோயாளியின் குருதியில் தோன்றியிருந்தால் அது வைரஸ் துகளுடன் எதிர்வினையாற்றிச் சிவப்பணுத் திரட்சி ஏறபடாமல் தடுத்துவிடும்.

இந்த அரிய ஆய்வுகள் வாயிலாகக் கிடைக்கும் கணிப்புகள் நம்பத்தகுந்தவை. வைரஸ் எதிர்ப்பொருள் குறிப்பாக (specific) இயங்குவதால் நோயை அறுதிட்டுக் கூறமுடியும்.

- இரா. தனஞ்செயன்

திரள் கனி

கருவுறுதலின் தூண்டுதலினால் சூல்கள் விதையாகத் தொடங்கிப் பல மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. பூவின் சூல்பையைத் தவிர மற்றப் பூவுறுப்புகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. சூல்பை பெரிதாகி அதனுள் விதைகள் அமைந்துவிடுகின்றன. சூல்பையில் பாரன்கைமாத் திசு நன்றாக வளர்ந்து சதைப்பற்றுள்ள கனியாக மாறுகிறது. சில பூக்களில் கருவுறுதல் நிகழ்ச்சி நடைபெறாமலேயே கனிகள் உண்டாகின்றன. இதற்குக் கருவுறாக் கனியாதல் (parthenocarpy) எனப் பெயர். சில தாவரப் பூக்களில் ஹார்மோன்களில் தூண்டுதலினால் செயற்கை முறையில் கனியை உண்டாக்குகின்றனர். கனிகள் போலிக்கனி (pseudocarp) என்றும் உண்மைக் கனி (true fruit) என்றும் இரு வகைப்படும்.



திரள் கனிகள்

1. செண்பகத்தின் ஒருபுறவெடித் திரள் கனித் (follicle) தொகுப்பு.
2. நாரவேலியாவின் வெடியா உலர் திரள் கனித் (achene) தொகுப்பு.
3. ரூபசின் உள் ஒட்டுச் சதைக்கனித் (drupe) தொகுப்பு.
4. சீத்தாப் பழத்தின் சதைக்கனித் (berry) தொகுப்பு.
5. மனோரஞ்சிதத்தின் சதைக்கனித் (berry) தொகுப்பு.

போலிக்கனி. பூவின் சூல்பையுடன் மற்றப் பூவுறுப்புகளும் வளர்ந்து போலிக் **கனியை உருவாக்கும். இப்பூவுறுப்புகள்** வளர்ந்து கனியின் பிரிக்க முடியாத உறுப்புகளாகி விடுகின்றன. சான்றாக ஹைபாந்தியம் என்னும் பூவுறுப்பு வளர்ந்து கனியின் சதைப்பற்றுள்ள பகுதியாகி ஆப்பிள் பேரிக்கனிகளை உண்டாக்குகிறது. முந்திரியின் பூக்காம்பு வளர்ந்து சாறு நிறைந்த வண்ணப் பகுதியாகிறது.

உண்மைக் கனி. இது ஒரு தனிப்பூவின் தனிச் சூலகத்திலிருந்து மட்டும் உண்டாகும் கனியாகும். இக்கனியில் பூவின் மற்ற உறுப்புகள் இணைந்திரா. தனிக்கனி (single fruit), திரள் கனி (aggregate fruit), கூட்டுக்கனி (multiple of compound fruit) என உண்மைக்கனி வகைப்படுத்தப்படும்.

திரள் கனி. இக்கனி ஒரே பூவிலிருந்து உண்டானது. பூவில் பல இணையாத சூலக இலைகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு சூலக இலையும் ஒவ்வொரு சிறு கனிகளை உண்டாக்கும். எனவே ஒரு திரள் கனியில் பல சிறு கனிகள் காணப்படுகின்றன. இத்திரள் கனி சிறுகனிகளின் இயல்புக்குத் தக்கவாறு பலவிதங்களில் அமைந்திருக்கும்.

ஒருபுறவெடித் திரள் கனியின். (follicle) தொகுப்பு. ஒருபுற வெடிகனி தனிக்கனியாக உண்டாவதில்லை. எப்போதும் பல இணையாச் சூலகமுடைய பல சூல்பைகளிலிருந்து தோன்றும். ஒவ்வொரு சிறு கனியும் ஒருபுறவெடி கனியாகும். எ-டு: செண்பகம் (*Michelia Chambaka*), மேக்னோலியா (*Magnolia*). ஒவ்வொரு தனிக்கனியும் சாதாரண தனிக்கனியைப் போன்று இருக்கும். அகோனிடம் (Aconitaum) தாவரத்தில் மூன்று தனிக்கனிகளும், வின்கோ (vinca) தாவரத்தில் இரண்டு கனிகளும் இணைந்து திரள் கனியாகக் காணப்படுகின்றன.

வெடியா உலர் திரள் கனியின் (achene) தொகுப்பு. வெடியா உலர் திரள் கனித் தொகுப்பு பல கனிகளில் காணப்படும். எ-டு : நாரவேலியா (*Naravelia*), கிளிமேடிஸ் (*Clements*),.ஃபிரகேரியா(*Fragaria*), ரனன்குலஸ் (*Ranunculus*).

உள் ஒட்டுச் சதைத் திரள் கனியின் (drupe) தொகுப்பு. ரூபஸ் இடியஸ் (*Rubus ideus*) என்னும் ராஸ்பெரி கனியில் உள்ஒட்டுத் தொகுப்புக் காணப்படுகிறது. ஒரே பூவிலிருந்து தோன்றிய சிறு கனிகள் கூட்டமாக நீண்டு வளர்ந்து பூத்தளத்தின் மேல் அமைந்திருக்கும்.

சதைத் திரள் கனியின் (berry) தொகுப்பு. மனோரஞ்சிதம், நெட்டிலிங்கம், சீத்தா போன்ற அன்னோனேசிக் குடும்பக் கனிகள் சதைக்கனித் தொகுப்பு வகையைச் சார்ந்தவை. சதைப் பற்றுள்ள பெர்ரி வகைச் சிறு

கனிகளின் நுனிப்பகுதி இணைந்துள்ளது. கெட்டியான பூத்தளத்தின் மீது நெருக்கமாக அமைந்துள்ளமையால் ஒரே கனிபோல் தோற்றமளிக்கும்.

- இரா. துரை

திரள்தல்

கூழ்மத்தில் பிரிகை நிலையிலுள்ள கூழ்மத் துகள்களின் மின்னேற்றங்கள் நீக்கப்பட்டு நடுநிலையாக்கப்படுவதால் பல துகள்கள் நெருங்கி ஒன்றுகூடி ஒரு நிலையில் கரைசாலில் இருந்து வீழ்படிவாகப் பிரியும் செயல், திரள்தல் (coagulation) எனப்படுகிறது.

ஒரு கூழ்மக் கரைசால் முழுமையாகவோ, பகுதியாகவோ திண்மக்கூழ் நிலைக்கு மாறுதல் என்பதைத் கூழ்ம அமைப்பிலுள்ள பிரிகை ஊடகத்திலிருந்து பிரிதல் என்று பொருள் கொள்ளலாம். முட்டையின் வெள்ளைப் பகுதியான அல்புமின் புரதம் திரியாக மாறும் செயலை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

கூழ்மநிலைப் பொருள் திரிதல் அடைவதற்கு அதனுடன் ஒரு மின்பகுளியைச் சேர்ப்பது போதுமானது. கூழ்மைப் பொருள்களிலுள்ள பிரிகை நிலைமைக்கூறு முழுதும் ஒரே வகை (நேர்மின் அல்லது எதிர்மின் வகை) மின்னேற்றத்தைக் கொண்டிருக்கும். இப்பிரிகை நிலைமையின் மின்னேற்றத்திற்கு எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட அயனி வீழ்படிவு இயக்கத்தில் முதன்மை பெறுகிறது. பிரிகை நிலைமையிலுள்ள துகள்கள் யாவுமே ஒரே வகை மின்னேற்றத்தைக் சுமப்பனவாதலால், அவை ஒன்றோடொன்று இணையாமல் விலகியிருக்கின்றன. எனவே, அவை ஒன்றோடொன்று இணைந்து பெரிய துகள் ஆவதில்லை. மின்பகுளியைக் கலந்தவுடன் இம்மின்னேற்றம் நீங்குவதால் நடுநிலையாக்கப்பட்டுத் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று இணைய இயல்கிறது. திரள்தல் திறனின் அடிப்படையில் அயனிகள் வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வரிசை ஹா·ப்மீஸ்டர் வரிசை என்பப்படும்.

$$Mg^{2+} > Ca^{2+} > Sr^{2+} > Ba^{2+} > Li^{+} > Na^{+} > K^{+} > Rb^{+} > Cs^{+}$$

அயனிகளின் திரள்தல் திறன் அவற்றின் இணைதிறன்களுக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது என்பது ஹார்டி-சூல்ஸ் விதி எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கரைசலைத் திரளாக்க, பிரிகை நிலைமையின் மீதுள்ள மின்னேற்றத்திற்கு எதிர்க் குறியீடு கொண்ட திரளும் அயனியின் இணைதிறன் கூடுதலாக இருப்பின் அம்மின் பகுளியின் திரள்தல் தேவை அளவு குறைவாக இருக்கும். சான்றாக, சமமான சூழ்நிலையில் வீழ்படிவாக்குவதற்குச் சோடியம் சல்·பேட்டைவிட மக்னீசியம் சல்·பேட் குறைவான அளவிலும் அலுமினியம் சல்·பேட் அதைவிடக் குறைவான அளவிலுமே தேவைப்படும்.

கரைப்பான் ஈர்க்கும் வகைக் கரைசால் ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட pH-க்கு மேலோ கீழோ வீழ்பவடி வாவதில்லை. அக்குறிப்பிட்ட pH நிலவும்போது வீழ்படிவாகும். ஒவ்வொரு கரைசலுக்கும் இந்த pH இன் மதிப்பு ஒரு மாறிலியாகும். இதனை மின்சுமை மாய்நிலை (isoelectric point) என்பர். இந்நிலையில் கரைசாலிலுள்ள பிரிகை நிலைமைப் பொருள் ஒரு மின்புலத்தில் நகர்வதில்லை. கரைசால்களிலிருந்து புரதப் பொருள்களைத் திரள்தலுக்கு (வீழ்படிவாக்குவதற்கு) அவற்றின் மின்சுமை மாய் நிலைகளைப் பற்றிய விவரம் கட்டாயத் தேவையாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்
- வா.ஜி. வசுதா

திராட்சை

இது கொடி முந்திரி என்றும் குறிக்கப்படும். தாவரவியலில் திராட்சையை வைடிஸ் வைனி·பெரா (Vitis vinifera) என்பர். 50-80 சிற்றினங்களைக் கொண்ட இப்பேரினம் வைடேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. தெற்கு ஐரோப்பா, அல்ஜீரியா, மொரோக்கோ நாடுகளைத் தாயகமாகக் கொண்ட இத்தாவரம் கடந்த 4000 ஆண்டுகளாக மேற்காசியக் குளிர் நாடுகளான அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இப்போது உலகெங்கும் பயிரிடப்பட்டு வரும் திராட்சை வகைகள் யாவும் ஐரோப்பிய, அமெரிக்க நாடுகளிலிருந்து பெறப்பட்டவையே. இத்தாவரம் பெரும்பாலும் வெப்ப மிதவெப்ப மண்டலங்களில் செழித்து வளர்கிறது. எனினும், சில சிற்றினங்கள் குளிர் பகுதிகளிலும் நன்கு வளர்கின்றன. இந்தியாவில் 35-40 திராட்சைச் சிற்றினங்கள் பயிரிடப்படுகின்றன.

வளரியல்பு. குறும்புதர்களான திராட்சை கெட்டியான (woody) தண்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. தண்டின் நுனி மொட்டு (terminal bud) திராட்சைக் கொடி தாங்கி (support) மீது பற்றிப் படர மைய அச்சுப் பற்றுக்கம்பியாக உதவுகிறது. பற்றுங்கம்பியாகத் தண்டின் நுனிமொட்டு மாறிவிடுவதால் தண்டின் வளர்ச்சி இலைக்கோணத்தில் உள்ள மொட்டு மூலமாகவோ கிளை மூலமாகவோ தொடர்கிறது. கணு பெரும்பாலும் சற்றுப் பருத்துக் காணப்படும்.

திராட்சை (Vitis Vinifera)

இலை. மாற்றடுக்கத்தில் அமைந்த தனி இலைகள் யாவும் பொதுவாக விரல் போன்ற (palmately lobed) 2-3 பள்ளங்களைக் கொண்டிருக்கும். இலையின் விளிம்பு பல் போன்றது (toothed); ஒளிப் புகும் அல்லது ஒளிக் கசியும் புள்ளிகள் இலை முழுவதும் ஆங்காங்கே காணப்படும். ஒரு பருவ காலம் வரை நிலைததிருக்கக்கூடிய இரண்டு இலையடிச் செதில்கள் உண்டு.

மலர். சிறிய மலர்கள் யாவும் இலைக்கு நேரெதிரே அமைந்துள்ள சிறப்பு மஞ்சரியில் (*thyrses*) உள்ளன. ஒருபால் அல்லது இருபால் மலர்கள். ஆண் பெண் பூக்கள் தாவரத்தில் உள்ள ஒரு பூங்கொத்துகளிலேயோ வெவ்வேறு பூங்கொத்திலேயோ தாவரத்திலேயோ (polygamo-dioecious) இருக்கும். மலர்கள் ஒழுங்கானவை. ஆரச்சமச் சீருடையவை. ஐந்தங்கமுடையவை.

புல்லி வட்டம். 5 புல்லி இதழ்கள் அடியில் மட்டும் இணைந்து கோப்பை வடிவில் இருக்கும். நுனி 5 பிரிவுகளாயிருக்கும்.

அல்லி வட்டம். 5 அல்லியிதழ்கள், ஒத்த நுனியைக் கொண்டிருக்கும். பின்பு அவை யாவும் ஒகு பருவம் முடிந்தவுடன் தொப்பிபோல் மலரிலிருந்து பிரிந்து விழுந்துவிடும். வட்ட வடிவமான தட்டு நன்கு தெரியும்.

மகரந்தத்தாள் வட்டம். அல்லியிதழ்களின் எண்ணிக் கைக்குச் சமமாக நேரெதிரான மகரந்தக் கம்பிகள் வட்ட வடிவத் தட்டின் அடிப்புறத்திலிருந்து தோன்றும். ஆண் மலராயிருப்பின் மகரந்தக் கம்பிகள் நீளமாகவும் இருபால் மலராயிருப்பின் மகரந்தத் தாள்கள் குட்டையாகவுமிருக்கும். ஒவ்வொரு மகரந்தக் கம்பியும் அதன் நுனியில் உள்நோக்கியிருக்கும். நீள்வாக்கில் வெடிக்கக்கூடிய 2 மகரந்தப்பைகளைக் கொண்டிருக்கும்.

சூலக வட்டம். மேல் மட்டச்சூலகம் இரு சூல் இலைகள் இணைந்து இரு சூல் அறைகளை உருவாக்கும். ஒவ்வொரு சூல் அறையிலும் இரண்டு சூல்கள் அச்சூல் ஒட்டு (axile placentation) முறையில் அமைந்திருக்கும். சூலகத்தின் நுனியிலிருந்து குட்டையான சூல்தண்டு தோன்றி உருண்டையான சூல்முடியுடன் முடிவடையும்.

கனி. உட்புறத்தில் மிகுந்த சதைப்பற்றையும் வெளிப்புறத்தே மெல்லிய தோலையும் கொண்ட கனி (berry) காணப்படும்.

விதை. ஒவ்வொரு கனியிலும் 204 பேரி வடிவான விதைகள் நேரான கருவையும் மிகுதியான முளைசூழ்தசையையும் கொண்டிருக்கும்.

சிற்றினங்கள்

ஒரு சிற்றினத்தை ஐரோப்பியத் திராட்சை (Vitis Vinifera) அல்லது பழங்காலத் திராட்சை (wine of the ancient) என்பர். பெரிய அளவில் திராட்சைக் கொத்துகளைத் தோற்றுவிக்கும் இவ்வகைச் சதைப்பற்றும் சர்க்கரைச் சத்தும் கொண்ட முட்டை வடிவக் கனியைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் இக்கனியின் வெளிப்புறத் தோல் மிகவும் மெல்லியது.

நரித்திராட்சைச் (V.Labrusca) சிற்றினமும் ஐரோப்பியத் திராட்சையும் மிகு பயனை அளிக்கும் கலப்பினங்களாகும். எ-டு: ஷெரிடான், கன்கார்ட், கடாபா, டெலாவேர், நயாகரா என்பவை. மேற்கூறிய அனைத்து வகைகளும் இப்போது கிழக்கு அமெரிக்காவில் பெரும்பாலான இடங்களில் பயிரிடப்படுகின்றன.

மஸ்காடைன் திராட்சைச் (*V.rotuntifolia*) சிற்றினம் அமெரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்ட வேறு சிற்றினத்துடன் கலக்கப்பட்டுச் சில கலப்பினங்கள் உருவாகியுள்ளன. இவை இப்போது அட்லாண்டிக் மற்றும் வளைகுடா நாடுகளில் பெருமளவில் பயிரிடப்பட்டு வருகின்றன.

பயன்கள். சர்க்கரைச்சத்தும் சதைப்பற்றுமுள்ள கனியிலிருந்து திராட்சைக் கனிச்சாறு, ஜாம்கனிக்குழம்பு , (jelly), திராட்சை மது (wine), உலர் திராட்சை, திராட்சை வற்றல் யாவும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும் நேரடியாகவே திராட்சைக் கனியை உண்ணலாம். சில இடங்களில் இச்செடியை அழகுக்காகவும் வளர்க்கின்றனர். மேலும் உரம், கால்நடைத் தீவனம், அசிட்டிக் அமிலம், எண்ணெய், டானின் போன்ற துணைப் பொருள்களைத் திராட்சைக் கனிச்சாறு தயாரிக்கும்போது பெறலாம். திராட்சைச் செடியின் கடினத் தண்டு மர வேலைகளில் பயன்படுகிறது.

அமெரிக்கா, ஐரோப்பா போன்ற நாடுகளில், திராட்சைக் கனியிலிருந்து திராட்சை மது தயாரித்து அருந்துவதால் திராட்சையை மையமாகக் கொண்டு பல தொழிற்சாலைகள் கலி∴போர்னியாவில் உருவாகியுள்ளன. மது தயாரிக்க ஐரோப்பியத் திராட்சைக் கனியையே அமெரிக்காவில் பெரிதும் பயன்படுத்துகின்றனர். இச்சிற்றினத்தை ஐரோப்பியர்கள் கண்ணாடி அறைக்குள்ளும் மேசை மீது அழகுக்காகவும் வளர்க்கின்றனர். இவ்வாறு வளர்ப்பதன் மூலம் இச்செடி அறையின் அழகை மேம்படுத்துவதோடு அறையின் உட்புறத்தையும் தூய்மையாக வைத்துக்கொள்ள உதவும். தானாகவே வளர்கிற திராட்சை வகைக் கனியிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் ஜெல்லி பயிரிடப்படும் வகையிலிருந்து தயாரிக்கப்படுவதைவிடத் தரத்தில் உயர்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

உலர் திராட்சை. ஐரோப்பியத் திராட்சைக் கனியை வெயிலில் உலர்த்தித் தரம் பிரிப்பர். முதல் தர உலர் திராட்சையை மேசை உலர் திராட்சையாகப் பயன்படுத்துவர். சமையலில் பயன்படும் உலர் திராட்சையைக் கந்தகம் போன்ற வேதிப் பொருள்களுடன் கலந்து வெயிலில் உலர்த்துவர். இது இரண்டாந்தர வகையாகும். இவ்வகையான உலர் திராட்சைகள் யாவும் அமெரிக்காவில் கலி∴போர்னியா நகரில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. உலர் திராட்சை வெப்பத்தைத் தரும். மலத்தை இளக்கிக் கோழையை வெளிப்படுத்தும். உணவுப்பொருள் தயாரிப்பிலும் பயன்படும். இதில் சுண்ணாம்புச்சத்து உள்ளமையால் சிறுவர்களுக்குக் கொடுக்கும்போது எலும்பு, பற்களுக்கு வலிமையளிக்கிறது. முதியோருக்கு ஏற்படும் நரம்புத் தளர்ச்சி, பார்வைக்குறைவு, மாரடைப்பு ஆகியவற்றைப் போக்குகிறது. கரு நன்கு வளரவும், பால் நன்கு சுரக்கவும், சூலிகளின் மலச்சிக்கல் அகற்றவும் பயன்படுகிறது.

திராட்சை வற்றல். கிரீஸ் நாட்டுத் திராட்சை வகையான சிறு திராட்சையை வெயிலில் உலர்த்தினால் திராட்சை வற்றல் கிடைக்கும். வற்றல் தயாரிப்பு கிரீஸ் நாட்டில் ஒரு பெருந்தொழிலாக மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது.

- த. முருகேசன்
- ப. சம்பங்கி

துணைநூல். G.H.M. Lawrence, *Taxonomy of Vascular Plants*, The Macmillan Company, New York, 1965.

திராட்சை வளர்ப்பு. இந்தியாவில் மலை அடிவாரங்களில் தகுந்த சூழ்நிலை உள்ள இடங்களில் திராட்சை பயிரிடப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டைச் சேர்ந்த மதுரை மகாராஷ்ட்ராவைச் சார்ந்த நாசிக், புனே, ஔரங்காபாத் , ஆந்திரப் பிரதேசத்தைச் சார்ந்த ஹைதராபாத், பஞ்சாப் , ஹரியானாவின் சில பகுதிகள் ஆகியவை திராட்சை மிகுதியாக உற்பத்தியாகும் இடங்களாகும். திராட்சையைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் பயிரிடுவதற்குக் காரணம் கனி முதிரும்

தருணமும் பருவ மழை பெய்யும் காலமும் இணைந்துள்ளமையேயாகும். திராட்சை ஒரு பற்றுக் கம்பி கொண்ட முரட்டுக் கொடியாகும். மலர்கள் கூட்டுத் துணர் (raceme) மஞ்சரியில் அமைந்திருக்கும். திராட்சைக் கொத்துகள் இலையோடு கூடிய கிளைகளின் அடிப்பகுதியில் தோன்றும். ஓராண்டுக் கிளைகள் நல்ல கொத்துகளைக் கொடுக்க வல்லவை. ஓராண்டுக்கு மேற்பட்ட கிளைகள் கனிகளைக் கொடுக்கா. கனிகள் தோன்றினாலும் அவை தரக்குறைவாக இருக்கும்.

இலைக் கோணக் கூட்டு மொட்டுகள், தழை மொட்டு, கனி மொட்டு என இரண்டு வகைப்படும். இவை ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் மூன்று கிளைகள் தோன்றும். அவற்றில் நடுமொட்டே இலையோடு கூடிய கிளையை இளவேனிற் காலத்தில் தோற்றுவிக்கும். இது பாதிக்கப்பட்டால் மற்றவற்றில் ஒன்று வளரும். இலை மொட்டின் கிளைகளில் மலர்கள் தோன்றா. கனி மொட்டு இலைகளோடுகூடிய சிறு கிளையைக் கொடுக்கும். இதன் அடிப்பகுதியில் 1-4 மஞ்சரிகள் தோன்றும். திராட்சைச் சாகுபடிக்கு ஈரப்பசையோடு கூடிய குளிர்காலமும், நீண்ட மித வெப்பக் கோடைக் காலமும் கோடை மழையே அற்ற சூழ்நிலையும் மிகத் தேவை. திராட்சைக் கொடிகள் இலையுதிர் வகையைச் சார்ந்தவை. புதுக் குருத்துகளை இளவேனிற் காலத்தில் உண்டாக்கும். இவை பருவ மழைக்கு முன்பு கோடைக் காலத்தில் முதிர்ச்சியடையும்.

இனப்பெருக்கம். திராட்சை, விதையிலிருந்தே எளிதாக முளைக்கும். விதைகளைக் குளிர்காலம் முழுதும் வைத்து விட்டு இளவேனிற் காலத்தில் தொடக்கத்தில் முளைக்க வைப்பர். திறந்த வெளியில் ஊன்றப்படும் விதைகளைவிட வீட்டினுள் நாற்றுப்பாத்தியில் முளைக்க வைக்கும் விதைகளே மிகுதியாக முளைக்கின்றன. விதைகள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும்போது மரபுப்பொருள்கள் பிரிதலாலும், திடீர் மாற்றத்தாலும் புது வகைகள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. வணிக முறையில் திராட்சையைத் தடித்த கிளைகளை வெட்டிப் போத்து மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்வர். குளிர்காலத்திற்கு முன்பு திராட்சைத் தோட்டங்களில் கவாத்துச் செய்யும்போது வெட்டி நீக்கப்படும் கிளைகளை அடுத்த ஆண்டிற்குப் போத்தாகப் பயன்படுத்துவர். 2 அல்லது 3 கணுக்களைக் கொண்ட துண்டுகளாக வெட்டுவது வழக்கம். வெட்டிய துண்டுகளை உடனே கட்டுகளாகக் கட்டிப் பாதியளவு ஈரமண்ணுள் இருக்குபடிக் குளிர்ச்சியான அறையில் புதைத்து வைப்பர். இளவேனிற் காலத்திற்குள் வெட்டுப்பட்ட பகுதிகளில் திசுக்கள் தோன்றிவிடும். மித வெப்பச் சூழ்நிலையில் அவை இடப்பெயர்ச்சிச் செய்து நடப்படும்.

மண்ணை ஆழமாகக் கொத்தி உதிரியாக இருக்குமாறு தயார் செய்வர். குச்சிகளில் மேல் மொட்டு மட்டும் தெரியும்படி ஆழமாக நடவேண்டும். குச்சிகளை 15 - 20 செ.மீ. இடைவெளி விட்டு வரிசையாக நடவேண்டும். திராட்சையை ஒட்டு இடுதல் மூலமும் இனப் பெருக்கம் செய்யலாம். திராட்சைக் கொடிகள் வளையும் தன்மை கொண்டமையால் நிலத்திற்கு அடியிலேயே ஒட்டுப் போடப்படும். பிளவு ஒட்டுதல் முறையே பெரும்பாலும் பின்பற்றப்படுகிறது. திராட்சை வேர்ப்பகுதியைத் தரை மட்டத்திற்குக் கீழே 8-12 செ.மீ. ஆழத்தில் வெட்டி விடுவர். பிறகு அதில் பிளவுகளை ஏற்படுத்தி ஒட்டுகளைப் புகுத்துவர். வெட்டுப்பட்ட பகுதிகளில் மெழுகைப் பூச வேண்டும். பிறகு இதைச் சுற்றி மண்ணை நன்றாக அமுக்கி வைக்க வேண்டும். இம்முறையின் மூலம் எவ்விதக் கிளைகளையும் ஒட்டுப் போடலாம். ஒட்டுதல் பொதுவாக இளவேனிற் பின்பகுதியில் கையாளப்படும். ஒட்டுதல் மூலம் விளைச்சல் குறைவான, தரக் குறைவான, நோய்த் தாக்கக்கூடிய வகைகளை நீக்கிவிட்டு உயா வகைகளைக் குறுகிய காலத்தில் புகுத்த முடியும்.

இடமும் மண்ணும். திராட்சையை எவ்வகை மண்ணிலும், எவ்விடத்திலும் வளர்க்க முடியும். தகுந்த வடிகால் வசதியும், காற்றோட்டமும் உள்ள மட்கு நிறைந்த களிமண் நிலமே சிறந்தது. களிமண் நிலங்களில் பயிரிடப்படும வகைகளில் கனிகள் ஒரே மாதிரியாக உள்ளதோடல்லாமல் சர்க்கரை அளவும் கூடுதலாக இருக்கும். நோய்க காரணிகளான பூசணம், நுண்ணுயிரி மிகுந்த இடங்களைத தவிர்க்க வேண்டும். மண்ணின் நீரளவு, கனிகள் பழுக்கும நேரத்தை அறுதியிடும்.

குழி தோண்டுதல். 1மீ. ஆழமும் 1மீ. அகலமுமுள்ள குழிகள் தோண்ட வேண்டும். குழிக்குக் குழி 4மீ. இடைவெளி இருக்க வேண்டும். வெட்டிய குழிகளைச் சில நாள் ஆற விட்டுப் பின்னர் நன்றாக மட்கிய தொழு உரம் அல்லது கம்போஸ்ட் உரம் போட்டு நட வேண்டும். ஓராண்டுச் செடிகளே நடுவதற்கு ஏற்றவை. தரமான கன்றுகளை முன்னமே தயாரிக்கப்பட்ட மண்ணில் நடவேண்டும். அவ்வாறு தயாரிக்கப்படாத நிலத்தில் நட்டால் செடிகள் பயன்தர இரண்டாண்டுகள் ஆகலாம். நாற்றுக் குச்சிகளை இடம் பெயர்த்து நடும்போது வேர்களைத் தகுந்த முறையில் வெட்டிப் பிறகு வேர் விட்டுத் துளிர் வந்துள்ள பதியன்களை நடவேண்டும். வெட்டி நிரப்பிய குழிகளில் 2 மீட்டருக்கு ஒரு பள்ளம் பறித்து அதில் துளிர்த்த பதியன்களை நடலாம். கொடி வளைந்து தொங்குவதைத் தடுக்க, ஒவ்வொரு கொடிக்கு அருகிலும் ஒரு குச்சி ஊன்றி அதில் கொடியைக் கட்டி வைக்கலாம். கொடி வளரும் போது பக்குகளைக்

கிள்ளியெறிய வேண்டும். தொடக்கத்தில் ஒரே கொடியாக வளர்ந்து பந்தலை அடைவது தென்னிந்தியச் சாகுபடியில் பின்பற்றப்படும் முறையாகும்.

பெரிய பண்ணைகளில் செடிக்குச் செடி 2 அல்லது 3 மீ. இடைவெளி இருக்கும்படி அமைப்பர். முதலாண்டுச் செடிகளைத் தரையில் தன்னிச்சையாக வளரவிடுவர். தூண், கம்பு முதலியவற்றை 2 அல்லது 3 ஆம் ஆண்டு நடுவர். மூன்று திராட்சைக் கொடிகளுக்கு ஒரு தூண் வீதம் இருக்கும்படி அமைப்பர். தூண் 2மீ. உயரம் இருக்க வேண்டும். தூண்களில் கம்பிகளை 3ஆம் ஆண்டில் கட்டுவர். முதல் கம்பி தரை மட்டத்திலிருந்து 75 செ.மீ. உயரத்தில் இருக்க வேண்டும். அதே போல் இரண்டாம் கம்பி, முதல் கம்பியிலிருந்து 75 செ.மீ. உயரத்தில் இருக்க வேண்டும். சிலர் 3 கம்பிகளைப் பயன்படுத்துவதும் உண்டு.

பந்தல் அமைத்தல். தென்னிந்தியத் திராட்சைத் தோட்டங்களில் மலங்கிளுவைக் கம்புகளை நட்டு அதன்மேல் கல் மூங்கில் கட்டிப் பந்தல் அமைப்பர். பந்தல் உயரம் 2 மீட்டருக்கு மேல் இருக்க வேண்டும். கொடி, பந்தலை எட்டியதும் நடுக் கொழுந்தைக் கிள்ளிவிடலாம். கிளைத்து வரும் கிளைக் கொடிகளில் இரண்டை மட்டும் படர விட்டு மற்றவற்றைக் கிள்ளி அகற்றலாம்.இவ்விரண்டு கிளைக் கொடிகளையும் எதிர்த் திசைகளில் படருமாறு அமைக்க வேண்டும்.

கவாத்துச் செய்தல். திராட்சையைப் பல வகைகளில் கவாத்துச் செய்வதுண்டு. ஒவ்வொரு முறைக்கும் மேம்படுத்தப்பட்ட நி.்.பின், விசிறி, கை எனச் சிறப்புப் பண்புகளுண்டு. ஒவ்வொரு வகைக்கும் வாத்து முறை உண்டு. கம்பிகளில் தடித்த வளமான தண்டுப் பகுதியைத் தக்க இடைவெளி உள்ளவாறு அமைத்து விட்டு எஞ்சியவற்றை நீக்கிவிடுவர். தண்டில் 28-40 மொட்டுகள் இருக்குமாறு வைத்து விட்டு எஞ்சியவற்றை வெட்டிவிடவேண்டும். கவாத்து முறையைச் செடிகள் நட்ட ஓராண்டுக்குப் பின்னர் கையாள வேண்டும். வெட்டும்போது அடிக்கட்டையில் 3 அல்லது 4 மொட்டுக்கள் இருக்குமாறு பார்த்து வெட்ட வேண்டும். மொட்டுகளிலிருந்து தோன்றும் கிளைகள் வலிவானவை யாக இருக்க வேண்டும். வலிவற்ற கிளைகளை நீக்கிவிட வேண்டும். கவாத்து முறையைப் பொதுவாக இளவேனிற் காலமான பிப்ரவரி - ஏப்ரலுக்குள் மொட்டு முளைப்பதற்கு முன் கையாள வேண்டும். கிளைகள் வளர்ந்த பிறகு வெட்டினால் சாறு வடியத் தொடங்கிச் செடி பாதிக்கப்படும்.

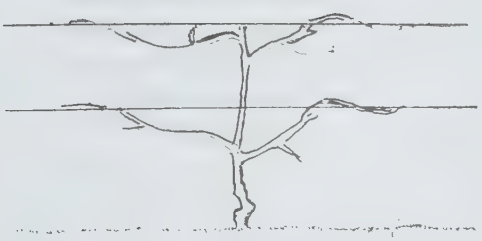
தென்னிந்தியக் கவாத்து முறை ஐரோப்பிய முறையிலிருந்து சற்று வேறுபட்டது. இங்குத் திராட்சை நட்டு 12 அல்லது 18 திங்கள் ஆனதும் முதல் கவாத்துச் செய்ய வேண்டும். டிசம்பரில் கவாத்துச் செய்தால் ஏப்ரலில் கனி பறிக்கலாம். கோடைச் சாகுபடியான இதற்கு மதிப்பு மிகுதி. மீண்டும் மேத் திங்களில் கவாத்துச் செய்ய வேண்டும். இது ஆகஸ்ட்டு, செப்டம்பரில் கனி தரும். கவாத்துச் செய்ததிலிருந்து 110-120 நாளில் கனி பறிக்கலாம். தென்னாட்டில் ஆண்டுக்கு 3 முறை கவாத்துச் செய்து 3 முறை விளைச்சல் பெறப்படுகிறது. முன்பருவத்தில் கவாத்துச் செய்த இடத்திலிருந்து 3-7 கணுக்கள் விட்டு 4-8 ஆம் கணுவிலிருந்து வெட்டியெறிய வேண்டும். கவாத்துச் செய்யும்போது இலைகளை அகற்றித் தூய்மை செய்ய வேண்டும். இடைவெளி பார்த்துக் கொடிகளை நகர்த்தி வாழை நாரைக் கட்டிப் புதிதாக வரும் கொடிக் கம்பிகளைக் கிள்ளி அகற்ற வேண்டும்.

கண்ணாடி வீடுகளில் திராட்சை வளர்ப்பு. ஐரோப்பிய நாடுகளில் பெரும்பனி பெய்யும் பகுதிகளில் இம்முறை பின்பற்றப்படும். எகிப்தியர்கள் பயன்படுத்திய திராட்சை வகையே இன்றும் தென் ஐரோப்பா, ஆசியாப் பகுதிகளில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. ஆனால் தொடர் சாகுபடி மூலம் ஏறக்குறைய 2000 வகைகள் தேர்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. இவை உருவம், வண்ணம், நயம், மணம் முதலிய பண்புகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. தோட்டக் கலைகளில் வேறு எந்தப் பயிருக்கும் சாகுபடியில் இத்தகைய கவனமும், வழிமுறைகளும் பின்பற்றப்படுவதில்லை. இதற்கு அடிப்படைக் காரணம் திராட்சைச் சாகுபடி மூலம் கிடைக்கும் கூடுதல் வருமானமேயாகும்.

பொதுவாக இரு வகைக் கண்ணாடி வீடுகளை அமைப்பர். அவை ஒரு பக்க வீடுகள், இருபக்கச் சாய்வு வீடுகள் என்பனவாகும். அழகிய சூழ்நிலையும் போதிய இடமும் கிடைக்கும்போது ஒருபக்கச் சாய்வு முறை பின்பற்றப்படும். இக்கண்ணாடி வீடுகளின் உள்ளே செயற்கை முறையில் வெப்பம் கூட்டத்தக்க கருவி பொருத்தப் படவேண்டும்.

உரமிடுதல். கவாத்துச் செய்த 3 ஆம் நாள் நீர்ப் பாய்ச்ச வேண்டும். பின்னர் 2 முறை நாள் இடைவெளியில் நீர்ப்பாசனம் செய்ய வேண்டும். அதன்பின் 3-5 நாளுக்கு ஒரு முறை நீர்ப்பாய்ச்சலாம். உரம் வைத்து உடனேயே நீரைப் பாய்ச்ச வேண்டும். அவ்வப்போது கொத்திக் கிளைகளை நீக்கி, ஒவ்வொரு முறை கவாத்துச் செய்ததும் உரம் வைக்க வேண்டும். திராட்சைச் சாகுபடியாகும் பெரும்பாலான இடங்களில் உரமிடுதலைச் சரிவரச் செய்வதில்லை.

பயிர்ப்பாதுகாப்பு. திராட்சையைப் பல வகையான நோய்கள் தாக்குவதால் உயர் விளைச்சல் பெறப் பயிர்ப் பாதுகாப்பு இன்றியமையாதது. பின்வரும் முறைப்படி மருந்துகளைத் தெளிக்க வேண்டும்.



கவாத்துச் செய்தல்

அறுவடையும் வணிகமும். வெட்டிய குலைகளிலிருந்து பிஞ்சுகளையும், பறவைகள் கொத்திய கனிகளையும் சிறு கத்திரிக்கோல் கொண்டு நீக்க வேண்டும். இதற்குக் கை பார்த்தல் என்று பெயர். பின்னர் கனிகளைப் பறித்து மூங்கில் கூடைகளில் வைத்துப் பொதி கட்ட வேண்டும். கூடையின் அடியிலும், ஓரங்களிலும் பழைய தாள்களை விரித்துக் கனிகளை நிறுத்து, 10 கி.கி. வீதம் அடுக்க வேண்டும். அதன்மேல் தாள் போட்டு மூடி மேலும் 10 கி.கி. கனி போட்டு விற்பனைக்கு அனுப்ப வேண்டும்.

விளைச்சல். நன்கு பராமரிக்கப்பட்ட தோட்டத்திலிருந்து ஏக்கருக்கு ஒரு பருவத்திற்கு 8-10 டன் கனி கிடைக்கும். திராட்சைச் சாகுபடியின் தொடக்க நிலையில் செலவு மிகுந்து, நாளடைவில் குறைவாகும். தட்ப வெப்பம், மண்வளம், திராட்சை வகை, கையாளும் முறை, சாகுபடி முறை இவற்றைப் பொறுத்து விளைச்சலில் வேறுபாடு காணப்படும்.

வகைகள். தென்னிந்தியச் சாகுபடியில் இடம்பெறுவது பன்னீர்த் திராட்சை ஆகும். இனிப்பும், நறுமணமும் கொண்ட இது ஊதாவும் பச்சை நிறமும் கலந்து காணப்படும். பச்சைத் திராட்சை பொதுவாக உண்பதற்கு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. கரும் திராட்சையைத் திராட்சைச் சாறும் மதுவும் தயாரிக்கப் பயன்படுத்துவர். அனாபி.்.சாகி என்பது ஹைதராபாத்தில் சாகுபடியாகும் வகையாகும். இதன் கனி மிகப் பெரியதாகவும், சாறும் சுவையும் நிரம்பியுமிருக்கும். செயற்கை முறையில் வளரூக்கிகளைப் பயன்படுத்தி விதையில்லா வகையைத் தோற்றுவிப்பர். இக்கனி மிகச் சிறியதாக இருப்பினும் சுவை மிகுந்தது.

அமெரிக்காவில் திராட்சைக் கனிகளைச் சூரிய ஒளியில் காய வைத்துக் கிஸ்மிஸ் தயாரிப்பர். மஸ்கட் வகைகளைக் கொண்டு கிஸ்மிஸ் தயாரிக்கச் செயற்கை முறையில் காய வைப்பதுண்டு. கனிகளை 10 கி.கி. வீதம் மரப் பலகைகளில் பரப்பி வைப்பர். பின்னர் இவை காய்ந்து 3 கி.கி. கிஸ்மிஸ் கிடைக்கும். கனி நிரப்பப்பட்ட பலகைகளைச் சற்றுச் சரிவான நிலத்தில் திசைகள் மாறியும் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமையுமாறும் அடுக்கி வைப்பர். 9 - 10 நாள் ஆன பின் கனிகளை மற்றொரு தட்டுக்கு மாற்றிவிடுவர். தக்க சூழ்நிலையில் 4 அல்லது 5 நாள் கழித்துக் கிஸ்மிஸ் தயாராகிவிடும்.

நோய்களும், பூசணங்களும். பசிபிக் தீவுகளில் தீவிர பூசண நோய்கள் தோன்றுவதில்லை. அதற்குக் காரணம் கோடை மழை இல்லாமையே ஆகும். ஆனால் ஆய்டியம் எனப்படும் பூசணம் மட்டும் திராட்சையைத் தாக்கும். இதற்குக் கந்தகத் தூள் தூவ வேண்டும். ஐரோப்பிய நாடுகளில் திராட்சையின் முக்கிய எதிரி பைட்டோ.்.ரோதோரா ஆகும். வெப்பப் பகுதிகளில் வளரும் டைபோலோசி.்.பா எனப்படும் திராட்சையில் வெட்டுக்கிளி பேரழிவை விளைவிக்கும். கவாத்துச் செய்வதற்கு முன் நோய்வாய்ப்பட்ட இலைகளைத் தக்க முறையில் நீக்கினால் புதிய குருத்துப் பாதிக்கப்படாது. அடாக்சஸ் எனப்படும் வேர்ப் புழுக்களும் திராட்சையைத தாக்கும்.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

துணைநூல். A.F.Hill, *Economic Botany*, McGraw - Hill Book Company, New York, 1952.

திரிகடுகு (சித்தமருத்துவம்)

சுக்கு, மிளகு, திப்பிலி ஆகியவற்றின் கலவையே திரிகடுகாகும். இது திரிபூஷணம், முக்கடுகு என்றும் கூறப்படும். திரிகடுகிற்கு அகட்டு வாயுவை அகற்றும் பண்பு (carminative) உள்ளமையால் பசியின்மை, செரியாமை, வயிற்றுப்பொருமல், குன்மம் முதலியவற்றைப் போக்குகிறது.

சுக்கில் உள்ள பொட்டாசியம் ஆக்சலேட் என்னும் உப்பு குன்மம், வயிற்றுப்புசம், தலைவலி அகற்றும்; மிளகில் உள்ள காரத்தன்மை குளிர் காய்ச்சல், மயக்கம், குருதி நச்சு ஆகியவற்றை நீக்கும். திப்பிலியில் நிறைந்துள்ள கொழுப்பு எண்ணெயும் கோழையை வெளியாக்கி இருமல், இரைப்பு ஆகியவற்றைப் போக்குவதுடன் நாவிற்குச் சுவையையும் கொடுக்கின்றன.

திரிகடுகுச் சூரணத்தை 1-3 கிராம் எடுத்துத் தேனில் கலந்துண்ண காய்ச்சல், முறைக்காய்ச்சல், இருமல் ஆகியவையும், நெய்யில் கலந்துண்ணக் குன்மம், செரியாமை ஆகியவையும், சர்க்கரையில் கலந்துண்ண அரிப்பு, தடிப்பு ஆகியவையும், நீருடன் கலந்துண்ணப் பசியின்மை, சுவையின்மை, மயக்கம் ஆகியவையும் குணமாகும். மூக்கில் வி, மயக்கமும், கிறுகிறுப்பும் தெளியும். மேலும் இது மற்ற மருந்துகளுக்குத் துணை மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது.

- ப. சம்பங்கி

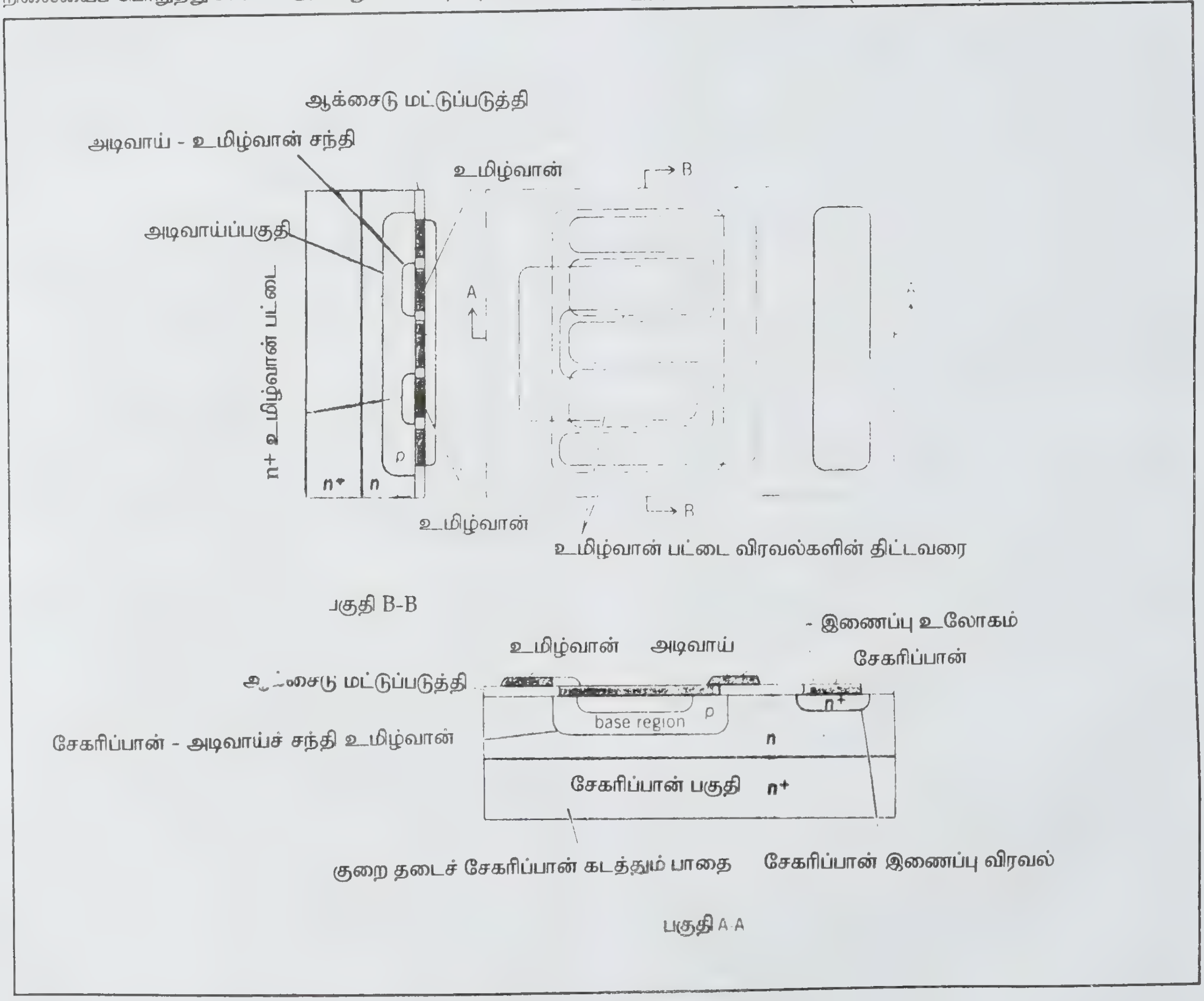
திரிதடையம்

இது மின்னணுச் சுற்றின் ஒரு செயலுறு உறுப்பி (active component) ஆகும். திரிதடையம் (transistor), பெருக்கியாகவும், அலை இயற்றியாகவும், இணைப்பு

மாற்றியாகவும் வெற்றிடக் குழாய் மும்முனையத்தைப் (triode) போன்றே பயன்படுகிறது. மும்முனையக் குழாயுடன் ஒப்பிடும்போது இது உருவ அளவில் மிகச் சிறியது. ஒரு திரிதடையம் மூன்று குறை கடத்திப் பகுதிகளைக் கொண்டது. பொதுவாகத் திரிதடையங்களை இருமுனை (bipolar), புல விளைவு (field effect) என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இரு முனைத் திரிதடையத்தில் சிறுபான்மை மின் ஊர்தி (minority current carrier) மிகுதியாகவும், புல விளைவுத் திரிதடையத்தில் பெரும்பான்மை மின் ஊர்தி மேலும் மிகுதியாகவும் காணப்படும்.

ஒரு திரிதடையத்தில் n,p வகைப் பகுதிகள் இடம்பெறும் நிலையைப் பொறுத்து N-P-N அல்லது P-N-P திரிதடையம் எனக் குறிப்பிடப்படும். P-N-P திரிதடையம், இரு முனைகளில் P-வகைக் குறைகடத்தியையும் நடுப்பகுதியில் n-வகைக் குறை கடத்தியையும் பெற்றிருக்கும். இவற்றில் நடுப்பகுதி அடிவாய் (base) எனவும், ஓரங்களிலுள்ள பகுதியில் ஒன்று சேகரிப்பான் (collector) எனவும், பிறிதொன்று உமிழ்வான் (emitter) எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

ஒரு PNP திரிதடையத்தில், முதல் PN சந்தியில் P பகுதிக்கு நேர் மின்னழுத்தமும் N பகுதிக்கு எதிர் மின்னழுத்தமும் கொடுக்கப்படுகின்றன. இதனால், இப்பகுதி முன்னோக்கிய சார்பில் (forward bias) இருக்கும். NP சந்தியில், P பகுதிக்கு எதிர் மின்னழுத்தமும், N பகுதிக்கு நேர்மின்னழுத்தமும் கொடுக்கப்படுகின்றன. இப்பகுதி பின்னோக்கிய சார்பில் (reverse bias) இருக்கும்.



படம்1. இரட்டை விரவல் சிலிக்கான் திரிதடையத்தின் அமைப்பும் பகுதிகளும்.

திரிதடையம் செயற்படும் முறை. n-வகைக் குறை கடத்தி எலெக்ட்ரான்களையும், p-வகைக் குறை கடத்தி துளைகளையும் (holes) பெற்றுள்ளன; இவை இவ்விரு வகைகளின் பெரும்பான்மை ஊர்திகளாகும். உண்மையில் n-வகைக் குறை கடத்தியில் குறைவான எண்ணிக்கையில் துளைகளும், P வகைக் குறை கடத்தியில் குறைவான எண்ணிக்கையில் எலெக்ட்ரான்களும் இடம்பெற்றுள்ளன. இவை இவ்விரு வகைகளின் சிறுபான்மை ஊர்திகளாகும்.

சேகரிப்பான் சந்தி N-P இற்குப் பின்னோக்கிய சார்பும், உமிழ்வான் சந்தி P-N இற்குச் சார்பும் அமைக்கப் படுகின்றன. உமிழ்வான் சுற்றில், பின்னோக்கிய சார்பில் மிகச் குறைந்த மின்னோட்டம் சில மைக்ரோ ஆம்பியர் அளவில் காணப்படும்.

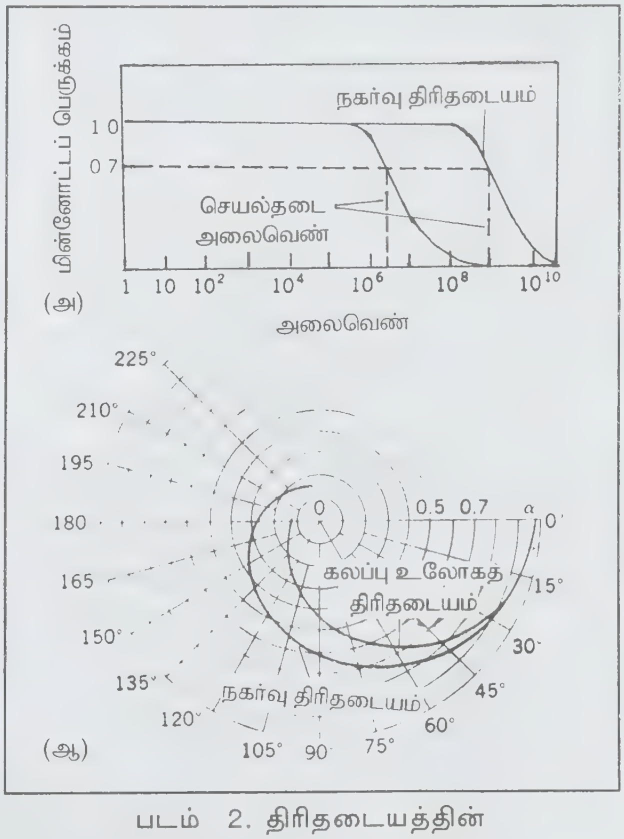
இப்போது உமிழ்வான் சந்தி முன்னோக்கிய சார்பு பெறுவதாகக் கொள்ளலாம். இதனால் உமிழ்வான் சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டம் தோன்றும். உமிழ்வான் சுற்றில் இந்த மின்னோட்டம் தோன்றியவுடன் சேகரிப்பான் சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டத்தின் அளவு அதிகரிக்கிறது. இந்தச் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம், உமிழ்வான் மின்னோட்டத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். உமிழ்வான் மின்னோட்டம் மிகுதியானாலோ, குறைந்தாலோ அதற்கேற்றாற்போல் சேகரிப்பான் மின்னோட்டமும் மிகவோ, குறையவோ செய்யும். முன்னோக்கிய சார்பு பெற்ற உமிழ்வான் மின்னோட்டம், பின்னோக்கிய சார்பு பெற்ற சேகரிப்பான் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது ஒரு வெற்றிடக்குழாய் மும்முனையத்தின் செயலை ஒத்துள்ளது.

P-N-P திரிதடையத்தில் துளைகள் உமிழ்வான் பகுதியிலிருந்து சேகரிப்பான் பகுதிக்கு அடிவாய் வழியே செல்கின்றன. உமிழ்வான் பகுதி முன்னோக்கிய சார்பைப் பெற்றுள்ளமையால் மின்னோட்டத்திற்குக் குறைந்த தடையையும், சேகரிப்பான் பகுதி பின்னோக்கிய சார்பில் உள்ளமையால் மிகுந்த தடையையும் கொடுக்கும். திரிதடையத்தில் மின்னோட்டம், தடை குறைந்த உமிழ்வான் பகுதியிலிருந்து தடை மிகுந்த சேகரிப்பான் பகுதிக்குச் செல்வதால் திறன் பெருக்கம் (power gain) உண்டாகிறது.

உமிழ்வான் சுற்றில், n வகை அடிவாய்ப் பகுதியிலிருந்து p வகைச் சேகரிப்பான் சந்தியைக் கடந்து எலெக்ட்ரான்கள் செல்வதால் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இந்த எலெக்ட்ரான் மின்னோட்டம், சேகரிப்பானிற்கும் அடிவாயிற்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைப் பொறுத்து அமையும். சேகரிப்பான் பின்னோக்கிய சார்பு பெற்றுள்ளமையால் உமிழ்வான் மின்னோட்டம் சுழியாக இருந்தாலும் சேகரிப்பான் சுற்றில் சில மைக்ரோ ஆம்பியர் மின்னோட்டம் காணப்படும். இது திருப்புத் திசை மின்னோட்டம் (reverse current) எனப்படும். இம்மின்னோட்டம் அடிவாய், சேகரிப்பான் பகுதிகளின் சிறுபான்மை ஊர்திகளால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இச்சிறுபான்மை ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை வெப்பநிலையைச் சார்ந்துள்ளமையால் வெப்பநிலை மாறுபாடு தோன்றத் திரிதடையத்தின் சிறப்பியல்புகளில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

மிகு அலைவெண் விளைவு. இது திரிதடையத்தின் மூன்று சிறப்புப் பண்புகளை விளக்குகிறது. அவை, அடிவாய்ப் பகுதியைக் கடந்து செல்லும் உட்செலுத்தப்படும் ஊர்திகளின் (injected carriers) கடக்கும் நேரம், அடிவாய், சேகரிப்பான் பகுதித் தொடரின் வழியாகச் சேகரிப்பான் அல்லது உமிழ்வான் தடுப்பு மின்னேற்பின் மின்னூட்டப்பட்ட நேரம், அடிவாய்ப் பகுதியில் உட்செலுத்தப் படும் ஊர்திகளின் முறையான அடர்த்தியைக் கட்டமைக்கத் தேவைப்படும் நேரம் என்பனவாகும். சீரான மின்தடையை அடிவாய்ப் பகுதியாகக் கொண்ட கலப்பு உலோகச் சந்தி திரிதடையங்களில் உட்செலுத்தப்படும் ஊர்திகள் அடிவாய்ப் பகுதியைக் கடத்தலே அதன் குறைபாடு ஆகும்.

அடிவாய்க் கடக்கும் நேரம் (transit time), உமிழ்வான் மற்றும் சேகரிப்பான் குறிப்பலைகளுக்கிடையேயான கட்ட விலக்கத்தைத் (phase shift) தருகிறது. ஆனால் இந்நேரம், உட்செலுத்தப்படும் ஊர்திகளை உமிழ்வான் குறிப்பலையால் தொகுக்கவும், தனியாக விரவச் செய்யவும், குறிப்பலையைக் குறைக்கவும் வழி செய்கிறது (படம் 2).



படம் 2. திரிதடையத்தின் அலைவெண் சிறப்பியல்புகள்

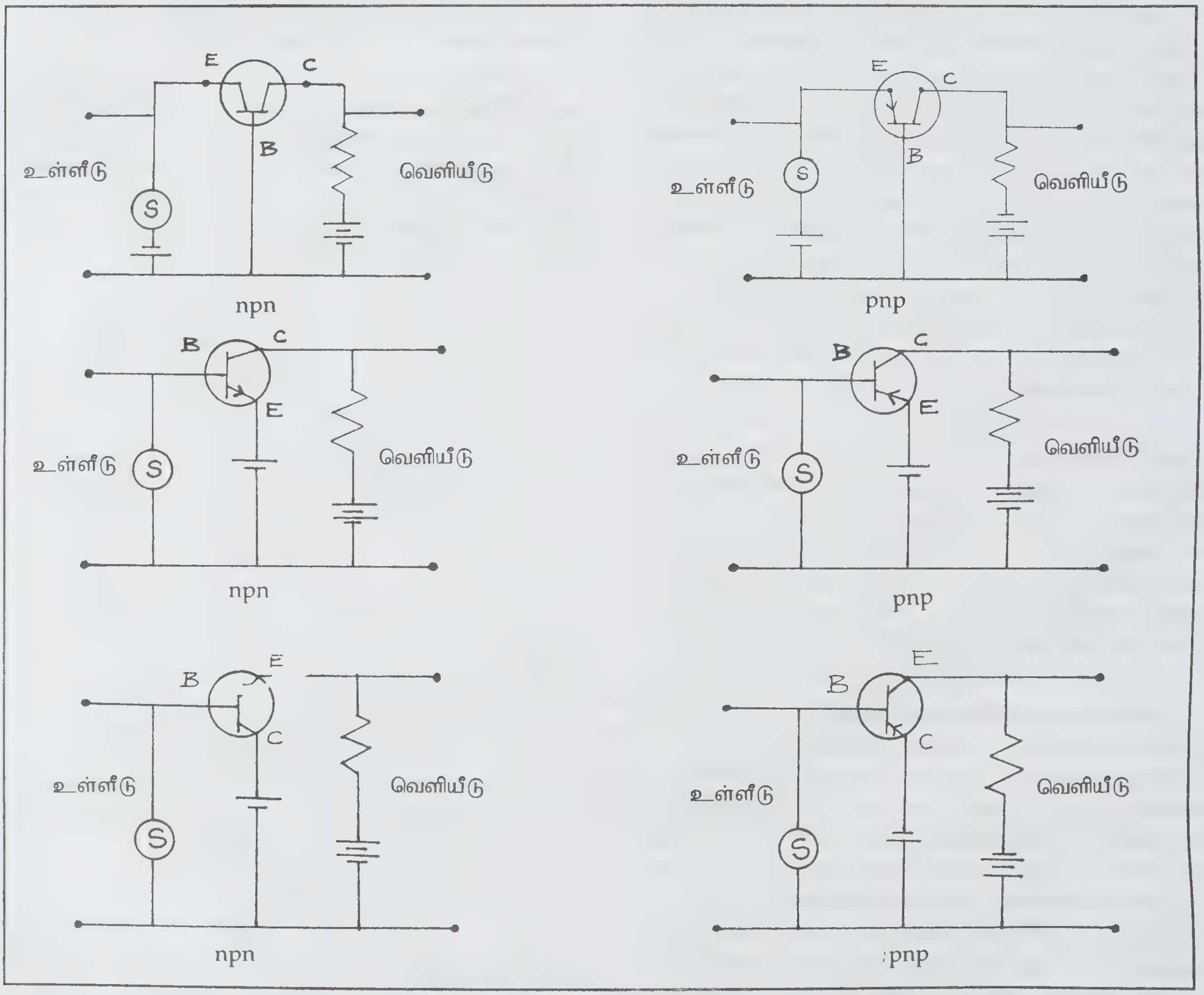
(அ) அலைவெண் சார்ந்த மின்னோட்டப் பெருக்கம்
(ஆ) சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் (Ic), உமிழ்வான் மின்னோட்டம் Ie இவற்றிற் கிடையேயான கட்டம்

இரட்டை விரவல் திரிதடையத்தில், அடிவாய்க் கடக்கும் நேரம், சேகரிப்பான் அல்லது உமிழ்வான் மின்னேற்பின் மின்னூட்டத்தைக் கருதும்போது புறக்கணிக்கத் தக்கதாகும். பல அலகுகளில் சேகரிப்புத் திறன் (storage capacity) குறிப்பிடத்தக்க குறைபாடாகவே உள்ளது.

திரிதடையத்தின் இணைப்பு முறைகள். பொது அடிவாய் (common base) , பொது உமிழ்வான் (common emitter), பொதுச் சேகரிப்பான் (common collector) என்னும் மூன்று முறைகளில் திரிதடையத்தை மின்சுற்றுகளில் இணைக்கலாம்.

திரிதடைய மின்சுற்றுகளும் பொது அடிவாய்ச் சுற்று, பொது உமிழ்வான் சுற்று, பொதுச் சேகரிப்பான் சுற்று எனப்படுகின்றன. பொது அடிவாய்ச் சுற்றில் அடிவாய், உள்ளீட்டிற்கும் வெளியீட்டிற்கும் பொதுவாக அமையும். திரிதடையத்தின் பல்வேறு இணைப்பு முறைகள் படம்3. இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

பொது அடிவாய்ச் சுற்றைவிடப் பொது உமிழ்வான் சுற்றே பெரிதும் பயன்படுகிறது. இதற்குக் காரணம், பொது உமிழ்வான் சுற்றுகள் மிகுதியான உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பைக் (input impedance) கொண்டுள்ளமையே



படம் 3. திரிதடையத்தின் இணைப்பு முறைகள்

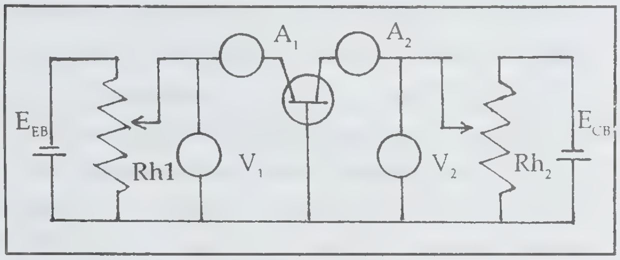
அ. பொது அடிவாய்ச் சுற்று, ஆ. பொது உமிழ்வான் சுற்று, இ. பொதுச் சேகரிப்பான் சுற்று.

ஆகும். பொது உமிழ்வான் சுற்றில் மின்னோட்டப் பெருக்கம், திறன் பெருக்கம் ஆகியன மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன.

பொதுச் சேகரிப்பான் சுற்றுகளில் திறன் பெருக்கம், குறைந்த அளவே காணப்படும். ஆனால், இவற்றில் மிகுதியான உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பும், குறைவான வெளியீட்டு மின்னெதிர்ப்பும் காணப்படும்.

திரிதடையத்தின் நிலைச்சிறப்பு வரைகள். திரிதடையத்தில் உள்ளீட்டுச் சிறப்பு வரை, வெளியீட்டுச் சிறப்பு வரை ஆகியன சிறப்பு வாய்ந்தவையாகும். திரிதடையத்தின் பொது அடிவாய், பொது உமிழ்வான் இணைப்புச் சுற்றுகளைச் கொண்டு செய்யப்படும் சோதனையிலிருந்து அவற்றின் நிலைச் சிறப்பு வரைகள் பெறப்படுகின்றன. இச்சிறப்பு வரையிலிருந்து திரிதடைய மாறிலிகள் (h-தன்னளவுகள்) கணக்கிடப்படுகின்றன.

பொது அடிவாய்ச் சிறப்பு வரைகள். திரிதடையத்தின் பொது அடிவாய்ச் சிறப்பு வரையைப் பெற உதவும் சுற்று படம்-4இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்4. திரிதடையத்தின் பொது அடிவாய்ச் சிறப்புவரையின் சுற்று

மின்னழுத்தப் பகுப்பாய்வைச் சீரமைத்து, உமிழ்வான் மின்னோட்டம் (I_E) 1 மில்லி ஆம்பியர் நிலையாக இருக்குமாறு வைக்கப்படுகிறது. சேகரிப்பானிற்கும் அடிவாயிற்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CB} மாறிலியாக இருக்குமாறு அமைக்கப்படுகிறது. இப்போது வெவ்வேறு அடிவாய் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு (V_{EB}), சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C காணப்படும். இச்சோதனையில் V_{CB}இன் மாறிலி மதிப்புகளுக்கு V_{EB}, I_E மதிப்புகள் கண்டறியப்படுகின்றன.

உமிழ்வான் மின்னோட்டம் I_E இற்கும் உமிழ்வான் - அடிவாய் மின்னழுத்தம் V_{EB} இற்கும் வரைபடம் வரைந்தால் அது படம்-5இல் உள்ளவாறு அமைகிறது.

இச்சிறப்பு வரையிலிருந்து உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பு h_{ib}, திருப்பிய மின்னழுத்தம் கடத்து விகிதம் h_{rb} ஆகியவற்றைக் கணக்கிடலாம்.

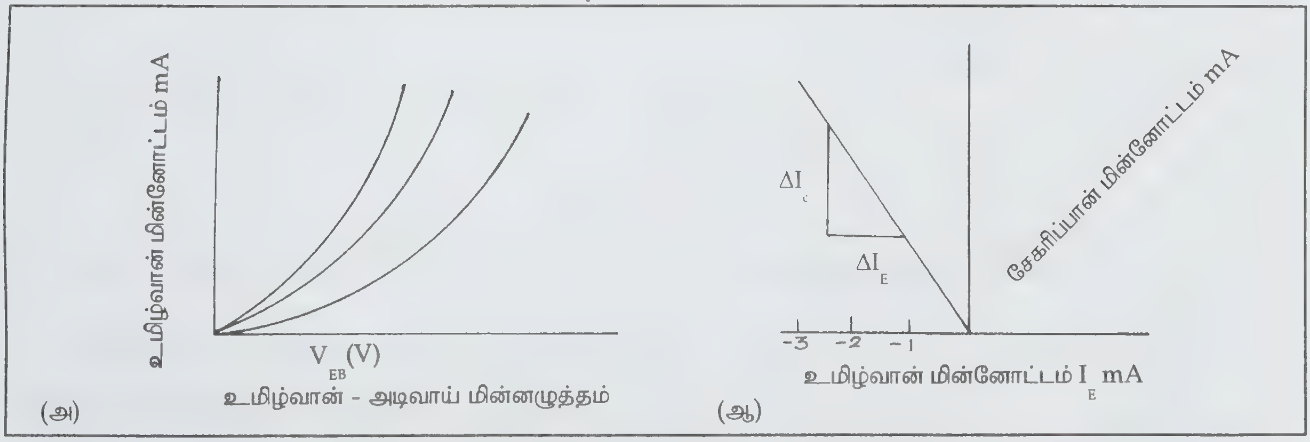
$$\text{உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பு } h_{ib} = \left(\frac{\Delta V_{EB}}{\Delta I_E}\right)_{V_{CB}}$$

சேகரிப்பான் மின்னழுத்தம் மாறாதிருக்கும்போது, உமிழ்வான் மின்னழுத்த மாறுபாட்டிற்கும், உமிழ்வான் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள விகிதம் உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பு (input impedance) எனப்படும்.

திருப்பிய மின்னழுத்தம் கடத்து விகிதம்

$$h_{rb} = \left(\frac{\Delta V_{EB}}{\Delta V_{CB}}\right)_{I_E}$$

மின்னோட்டப் பெருக்குதிறன். சேகரிப்பான் - அடிவாய் மின்னழுத்த வேறுபாடு மாறாதிருக்கும்போது உமிழ்வான் மின்னோட்டம் I_E ஐப் பொறுத்து, சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C மாறுபடுகிறது.

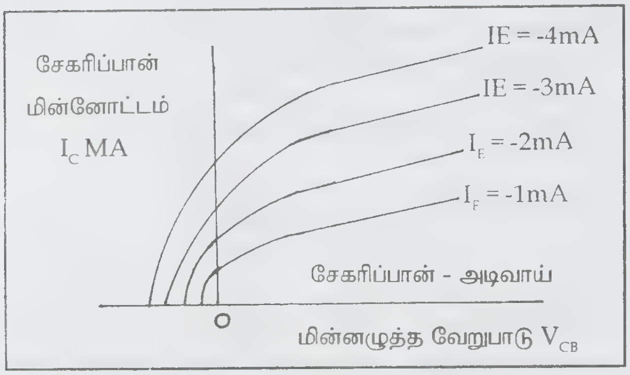


படம்5. திரிதடையத்தின் பொது அடிவாய்ச் சிறப்பு வரைகள்

சேகரிப்பான் - அடிவாய் மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CB} மாறாதிருக்கும் போது, சேகரிப்பான் மின்னோட்ட மாறு பாட்டிற்கும் உமிழ்வான் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள விகிதம் மின்னோட்டப் பெருக்கு திறன் (current amplification factor) எனப்படும்.

$$\text{மின்னோட்டப் பெருக்குதிறன் } \alpha = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}\right) V_{CB}$$

உமிழ்வான் மின்னோட்டம் I_Eஐ மாறிலியாகக் கொண்டு, சேகரிப்பான் - அடிவாய் மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CB} இன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்குச் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C கண்டறியப்படுகிறது. இச்சோதனை பல்வேறு உமிழ்வான் மின்னோட்டங்களுக்குச் செய்யப்படுகிறது. சேகரிப்பான் - அடிவாய் மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CB} இற்கும், சேகரிப்பான் மின்னோட்டத்திற்கும் (I_C) வரையப்பட்ட வரைபடம் படம்-6இல் உள்ளவாறு அமைகிறது.



படம் 6.

இச்சிறப்பு வரையிலிருந்து வெளியீட்டுக் கடத்துந்திறன், முன்னோக் கிய மின்னோட்டப் பெருக்கம் (forward current gain) ஆகியன கணக்கிடப்படுகின்றன.

$$\text{வெளியீட்டுக் கடத்துந்திறன் } h_{ob} \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta V_{CB}}\right) I_E$$

உமிழ்வான் மின்னோட்டம் மாறாதிருக்கும்போது, சேகரிப்பான் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும், சேகரிப்பான் - அடிவாய் மின்னழுத்த மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள விகிதம் வெளியீட்டுக் கடத்துந்திறன் (output conductance) ஆகும்.

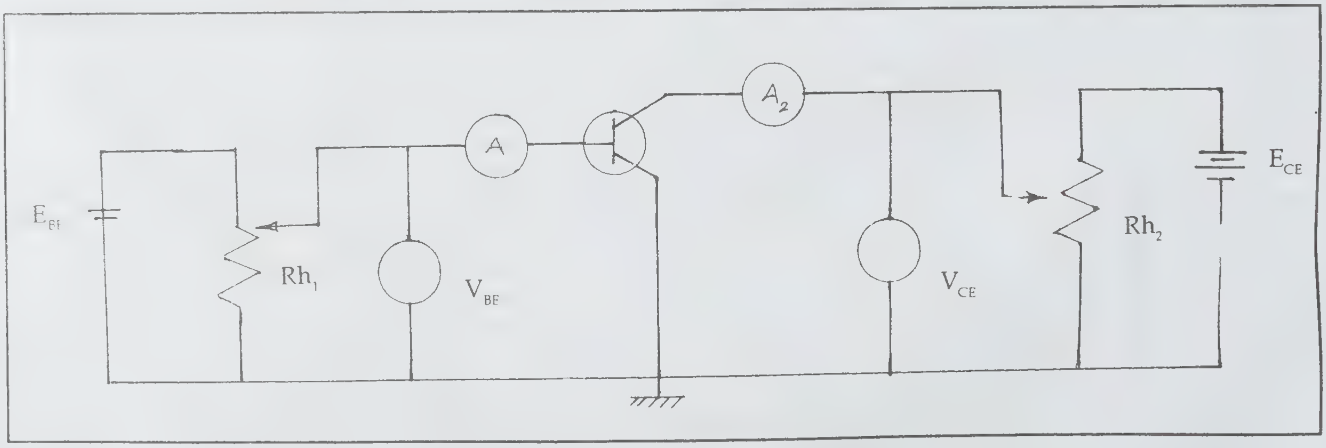
முன்னோக்கிய மின்னோட்டப் பெருக்கம்

$$h_{fb} = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}\right) V_{CB}$$

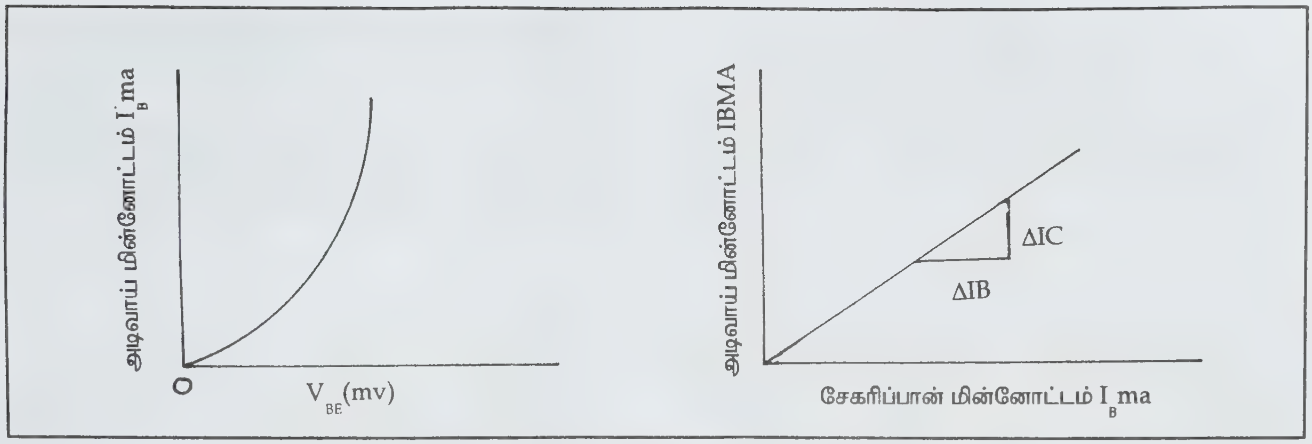
h_{ib}, h_{rb}, h_{ob}, h_{fb} ஆகியன பொது அடிவாய் நிலையில் திரிதடையத்தின் மாறிலிகள் ஆகும்.

பொது உமிழ்வான் நிலைச்சிறப்பு வரைகள். இச்சிறப்பு வரையின் சுற்று படம்-7இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அடிவாய் மின்னோட்டம் I_Bஐ மாறிலியாக வைத்து, சேகரிப்பான் உமிழ்வான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (V_{CE}) வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்குச் சேகரிப்பான் மின்னோட்டம் I_C, V_{BE} ஆகியன கண்டறியப்படுகின்றன. மேலும் V_{CE}ஐ நிலையாக வைத்து, I_Bஐ மாற்றி இதற்கான I_C மற்றும் V_{BE} மதிப்புகளும் கண்டறியப்படுகின்றன. V_{EB} மற்றும் I_B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பையும், சேகரிப்பான் அடிவாய் மின்னழுத்தம் மாறாதிருக்கும்போது I_B, I_C இற்கான தொடர்பையும் படம் 8இல் காணலாம்.



படம் 7. பொது உமிழ்வான் சிறப்பு வரையின் சுற்று

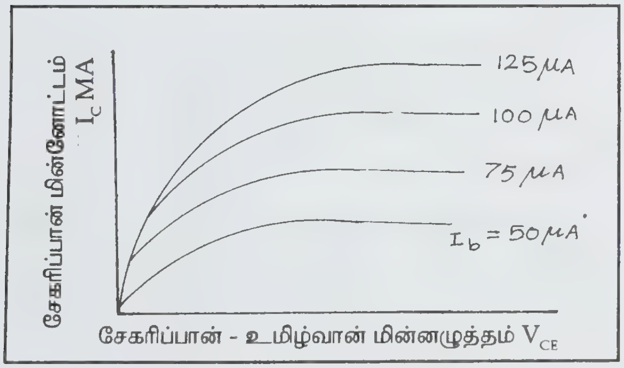


படம்8. பொது உமிழ்வான் சிறப்பு வரைகள்

உள்ளீட்டு மின்னெதிர்ப்பு $= \left(\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right) V_{CE}$

மின்னோட்டப் பெருக்குதிறன் $B = \left(\frac{\Delta V_C}{\Delta I_B}\right) V_{CE}$

I_B ஐ மாறிலியாகக் கொண்டு, வெவ்வேறு V_{CB} மதிப்புக்கு I_C கண்டறியப்படுகிறது. வெவ்வேறு I_B மதிப்புகளில் V_{CB} - I_C தொடர்பு படம்-9இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 9.

வெளியீட்டு மின்னெதிர்ப்பு $= \left(\frac{\Delta V_{CB}}{\Delta I_C}\right) I_B$

மின்னோட்டப் பெருக்குதிறன் α, β விற்கான தொடர்பு. பொதுச்சேகரிப்பான் சுற்றில் மின்னோட்டப் பெருக்குதிறன்α பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\alpha = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}\right) V_{CB} \quad (1)$$

பொது உமிழ்வான் சுற்றில் மின்னோட்டப் பெருக்குதிறன், சேகரிப்பான் மின்னோட்டத்திற்கும் அடிவாய் மின்னோட்டத்திற்குமுள்ள விகிதமாகும்.

$$\beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right) V_{CB} \quad (2)$$

சமன்பாடு (1)லிருந்து

$$\Delta I_C = \alpha \Delta I_E \quad (3)$$

சேகரிப்பான் மின்னோட்டம், அடிவாய் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை உமிழ்வான் மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாகும்.

$$\Delta I_C + \Delta I_B = \Delta I_E \quad (4)$$

சமன்பாடு (3)ஐ (4)இல் பிரதியிட

$$\alpha \Delta I_E + \Delta I_B = \Delta I_E$$

$$\Delta I_B = \Delta I_E = (1-\alpha)$$

இருபுறமும் ΔI_C ஆல் வகுக்க

$$\frac{\Delta I_B}{\Delta I_C} = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_C}(1-\alpha)$$

சமன்பாடு (2) இன்படி

$$\frac{1}{\beta} = \frac{\Delta I_B}{\Delta I_C}$$

எனவே,
$$\frac{1}{\beta} = \frac{1}{\alpha}(1-\alpha)$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

உமிழ்வான் திறன் (υ). உமிழ்வான் மின்னோட்டம் (I_E), துளை மின்னோட்டம், எலெக்ட்ரான் மின்னோட்டம் என்னும் இருகூறுகளாலானது. இத்துளை மின்னோட்டம் உமிழ்வான் சுற்றையும் சேகரிப்பான் சுற்றையும் இணைக்கும் கூறு ஆகும். துளை மின்னோட்டம் மிகுதியாக இருந்தால் உமிழ்வானிலிருந்து அடிவாயிற்கு உட்புகுத்தும் துளைகள் மிகுதியாக இருக்கும். உட்புகுத்தப்படும் துளை மின்னோட்டத்தின் அளவு மிகுதியாக இருந்தால் அது திறன்வாய்ந்த உமிழ்வான் எனப்படும்.

உட்புகுத்தப்படும் துளை மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும், மொத்த உமிழ்வான் மின்னோட்ட மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள விகிதம் உமிழ்வான் திறன் (emitter efficiency) எனப்படும்.

$$\upsilon = \frac{\Delta I_{EP}}{\Delta I_C} = \frac{\Delta I_{EP}}{\Delta I_{EP} + \Delta I_{EN}}$$

உமிழ்வான் மின்கடத்துந்திறன், உமிழ்வானில் எலெக்ட்ரான்களின் ஊடுருவல் நீளம் ஆகியவற்றைவிட உமிழ்வானின் திறன் மிகுதியாக இருக்கும்.

சேகரிப்பான் திறன் (∂). சேகரிப்பான் பகுதியை விட்டுச் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கும் அடிவாய்ப் பகுதியிலிருந்து சேகரிப்பான் பகுதிக்குள் நுழையும் துளை மின்னோட்டத்திற்குமுள்ள விகிதம் சேகரிப்பான் திறன் எனப்படும்.

சேகரிப்பான் மின்னழுத்தம் மிகுதியாயிருக்கும்போது சேகரிப்பானை நோக்கி நகரும் துளைகள் மிகுந்த முடுக்கத்தைப் பெற்றிருக்கும். இவை அணுக்களின் மீது மோதி அயனியாக்கிவிடும். இதன் விளைவாகத் துணை ஊர்திகள் (secondary carriers) தோன்றுகின்றன. இவை சேகரிப்பான் திறன் பெருகக் காரணமாகின்றன.

இடப்பெயர்ச்சி எண் (β). துளை மின்னோட்டக்கூறு அடிவாய்ப் பகுதியில் உட்புகும்போது அடிவாய்ப் பகுதியிலிருக்கும் எலெக்ட்ரான்களோடு சில துளைகள் ஒன்றிவிடுகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான் துளைகள் ஒன்றுவதால் சிறிய அடிவாய் மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது.

சேகரிப்பான் மின்னோட்டத்தில் ஏற்படும் மாறுபாட்டிற்கும் துளை மின்னோட்டக் கூறில் (I_{EP}) ஏற்படும் மாறுபாட்டிற்கும் உள்ள விகிதம் இடப்பெயர்ச்சி எண் எனப்படும்.

$$\text{இடப்பெயர்ச்சி எண் } \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_{EP}}$$

மிகுதியான துளை மின்னோட்டம், சேகரிப்பான் சந்தியை அடைந்தால் இந்த இடப்பெயர்ச்சி எண்ணின் மதிப்பு மிகுதியாக இருக்கும். இது சேகரிப்பான் மின்னோட்டமாகக் கிடைக்கும். அடிவாய்ப் பகுதியின் அகலம் எந்த அளவிற்குக் குறைவாக உள்ளதோ அந்த அளவிற்கு இடப்பெயர்ச்சி எண்ணின் மதிப்பு மிகுதியாக இருக்கும்.

-பெ.துரைசாமி

திரிதபலை (சித்தமருத்துவம்)

கடுக்காய், நெல்லிக்காய், தான்றிக்காய் ஆகியவற்றின் கலவை திரிதபலையாகும். இது திரிபலை, திரிபலம், முப்பலை என்றும் குறிக்கப்படும்.

கடுக்காயில் உள்ள செபுலிக் அமிலம், காலிக் அமிலம் ஆகியவை துவர்ப்புச்சுவையுடன் செயல்படுவதால் பல் ஈறுவீக்கம், ஈறுகளில் குருதி வடிதல் ஆகியவற்றைக் குணமாக்கும்.

நெல்லிக்காயில் உள்ள பெக்டின், அஸ்கார்பிக் அமிலம் ஆகியவை துவர்ப்பு, புளிப்புச் சுவையுடன் செயல்படுவதால் கழிச்சல், சுவையின்மை, வாய்ப்புண், கண்ணோய் ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்தும்.

தான்றிக்காயில் உள்ள தானிக் அமிலம் துவர்ப்புச்சுவையுடன் குருதிப் பெருக்கடக்கியாகச் (styptic) செயல்படுவதால் நாள்பட்ட காயம், கரப்பான், வெட்டை முதலியவற்றைக் குணமாக்கும்.

திரிதபலைச் சூரணத்தைத் தேனுடன் கலந்துண்ண இருமலும், நெய்யுடன் கலந்துண்ணக் குன்மம், வாய்ப்புண்ணும், நீருடன் கலந்துண்ண மலச்சிக்கலும் குணமாகும். மேலும் மற்ற மருந்துகளுக்குத் துணை மருந்தாகவும் பயன்படும்.

நாள்பட்ட காயம், சீழ்வடியும் புண் ஆகியவற்றைக் கழுவ நுண்ணுயிரி எதிர்ப்பியாகவும், வெட்டை, கரப்பான் போன்ற நோய்களில் பெண்குறியைத் தூய்மை செய்யும் கழிவுநீராகவும், வாய்ப்புண், பல்லீறில் குருதி போன்றவற்றிற்கு வாய்க் கொப்பளிக்கும் நீராகவும், நீரும், பீளையும் வடியும் கண்ணோயில் கண்களைக் கழுவும் குடிநீராகவும் செயல்படத் திரிதபலை பயன்படும்.

- ப.சம்பங்கி

திரிபளவி

தகைவு, திரிபு ஆகியவற்றை நேரிடையாக அளக்க இயலாது. எனினும் நகர்வு அல்லது இடமாற்றம் அல்லது உருமாற்றம் இவற்றைக் கொண்டு திரிபுகளை நேரிடையாகக் கணக்கிடலாம். திரிபு மற்றும் தகைவு இவற்றிற்குரிய சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தியும் தகைவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

திரிபளவிகள் (strain gauges) பல்லாண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இவை மின்னியல், எந்திரவியல், ஒளியியல், ஒலியியல் மற்றும் காற்றியல் கொள்கைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு திரிபளவியும் அளவி நீளம், உணரளவு, கவரும் பேரளவு, துல்லியம் ஆகிய நான்கு அடிப் படைப் பண்புகளை வெளிப்படுத்துவதாக உருவாக்கப்பட வேண்டும்.

அளவி நீளம். நேர்விகிதத்தில் இல்லாத திரிபுப் புலங்களைப் பிழையின்றி மிகத் துல்லியமாக அளந்திடல் கடினம். இந்த அளவைகளில் ஏற்படும் பிழையளவு அல்லது விலகளவு திரிபளவியின் அளக்கும் நீளம், அகலம் இவற்றைப் பொறுத்து அமையும். இது எந்திரவியல் திரிபளவிக்குப் பெரிதும் பொருந்தும். உலோகத்தடையால் அளக்கப்படும் திரிபளவியின் நீளம் அந்த அளவியின் நேரிடையான கட்ட நீளத்தையும் அதனுடைய கட்ட அகலத்தையும் பொறுத்தே தீர்மானிக்கப்படுகிறது. திரிபளவியின் நீளத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட திரிபை அளக்கலாம்.

உணரளவு. திரிபளவியின் அளவுகோலில் அல்லது அளவு வட்டத்தில் அளக்கக்கூடிய மிகக் குறைந்த அளவுடைய திரிபே திரிபளவியின் உணரளவாகும் (sensitivity). இது அளவியின் துல்லியத்திலிருந்து மாறுபட்டதாகும். உராய்வு, தேய்வு, விலகலளவு முதலியன திரிபளவியின் துல்லியத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

கவரும் பேரளவு. திரிபளவியினைக் கொண்டு அளக்கக்கூடிய மிகப் பெரும் பேரளவு திரிபு கவரும் பேரளவு (range) எனப்படுகிறது. இந்த அளவு திரிபளவியினை எடுக்காமல், இடமாற்றாமல், மீண்டும் திருப்பி வைக்காமல் எடுக்கக்கூடிய அளவாகும். கவரும் பேரளவும் உணரளவும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர் விகிதாசாரமாக மாறும்.

துல்லியம். மிகு உணரளவு கொண்ட திரிபளவி துல்லிய மானதாக இருக்காது. ஏனெனில் இவற்றில் பிழைகள் ஏற்பட மிகு வாய்ப்புகள் உள்ளன.

திரிபளவிகளுக்கு வேண்டிய அடிப்படைத் தன்மைகள். திரிபுகளை அளந்திடப் பயன்படுத்தப்படும் திரிபளவிகள் கீழ்க் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அடிப்படைத் தன்மைகளை உடையவையாக இருக்க வேண்டும்.

அளவு சிறிதாகவும், திரிபு நீளம் மிகக் குறைவாகவும், மிக மிகக் குறைந்த தன்னெடை அல்லது சுமையுடைய தாகவும், எந்தப் பொருளில் எந்த இடத்தில் திரிபை அளக்க வேண்டுமோ அந்த இடத்தில் மிக எளிதாக ஒட்டக் கூடியதாகவும் அல்லது இணைக்கக் கூடியதாகவும், மிகுதியான உணரளவு கொண்டதாகவும், தட்பவெப்ப நிலையாலும் சுற்றுப்புறக் காற்று மண்டலத்தாலும் அல்லது பயன்படுத்தப்படும் இடத்தாலும் ஏற்படும் வேறுபாடுகளால் பாதிக்கப்படாதவையாகவும், நிலையான மற்றும் இயக்கமுடைய திரிபுகளை அளக்கக் கூடியவையாகவும், நேராக அணுகாமல் தொலைவிலிருந்து இயக்கக் கூடியவையாகவும் அளக்கக் கூடியதாகவும், திரிபளவியின் உருவாக்க விலை மிகக் குறைவானதாகவும், பராமரிப்பில் மிகச் சிக்கனமானதாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

மேற்கூறிய தன்மைகளை ஒருங்கே கொண்ட ஒரு திரிபளவியினைப் பெறுதல் எளிதன்று. எனினும் பயன்படுத்தப் போகும் பொருள், இடம், வேண்டிய துல்லியம், பயன்படுத்தும் நோக்கம் இவற்றையொட்டி அதற்கேற்ற திரிபளவியைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

வகைகள்

நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படும் திரிபளவிகளை ஐந்து வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை, எந்திர திரிபளவி (mechanical strain gauge), ஒளியியல் திரிபளவி (optical strain gauge), ஒலியியல் திரிபளவி (acoustical strain gauge), காற்றியல் திரிபளவி (pneumatic strain gauge), மின்னியல் திரிபளவி (electrical strain gauge) என்பன.

எந்திர திரிபளவி. 1802 ஆம் ஆண்டில் லண்டனில் டாக்டர் தாமஸ் யங் என்பார் எந்திரத் திரிபளவியை உருவாக்கினார். 1850இல் பீட்டர் பார்லோ என்பார் நெம்புகோல் கொண்ட நீட்சி அளவைக் (extensometer) கருவியை உருவாக்கினார். 1883இல் பிங்க் என்பார் ஒரே ஒரு நெம்புகோல் கொண்ட நீட்சி அளவைத் திரிபளவியினை உருவாக்கினார். 1910ஆம் ஆண்டில் பெர்ரி என்பார் மிகச் சிறந்த திரிபளவியினை உருவாக்கினார். இவ்வகை எந்திரத் திரிபளவிகளில் பெரிதுபடுத்தும் அமைப்பு உள்ளது. ஆனால் இத்துடன் வேறு துணைக் கருவிகளை இணைக்கும் வாய்ப்பு கிடையாது. எனினும் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அல்லது புள்ளியில் ஏற்படும் திரிபினை அளக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இதனுடைய தன்னெடை மிகக் குறைவு. இது மிகவும் மெதுவாகவே திரிபினை அளக்கும். எனவே இடைப்பட்டத் திரிபு, திரிபளவு வேகம் இவற்றைக் குறிக்கவும் நோக்கவும் வாய்ப்புண்டு. எனினும் இயக்க திரிபுகளை அளக்க எந்திரத் திரிபளவிகள் ஏற்றவை அல்ல. இன்று புழக்கத்தில் உள்ள எந்திரத் திரிபளவிகளுள் மிகவும் சிறந்தது ‘ஹக்கன்பெர்ஜர்’ நீட்சியளவியாகும். இதைப் போலவே ஜோஹான்கன் மைக்ரோ கடார் என்பார் உருவாக்கிய திரிபளவியும் மிகச் சிறந்தது. மின்தடைத் திரிபளவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பயனுக்கு வந்த பின்பு எந்திரத் திரிபளவிகளின் பயன் குறைந்துவிட்டது. எனினும் ஒரு சில குறிப்பிட்ட அளவைகட்கு எந்திரத் திரிபளவி மட்டுமே பயன்படுகிறது.

ஒளியியல் திரிபளவி. அமெரிக்க நாட்டினைச் சேர்ந்த எல். பிடக்கர்மேன் என்பார் ஒளியியல் திரிபளவியினை உருவாக்கினார். இது எந்திரத் திரிபளவியினைப் போன்றது. ஆனால் எந்திர நெம்பு கோல் அமைப்பிற்குப் பதிலாக ஒளிக் கதிர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு, படிக்கும் ஒளி நிழல், எதிரொளி நிழல் மற்றும் முன்முக ஒளி நிழல் இவற்றின் வாயிலாக இரண்டு அல்லது மூன்று ஒளிக்கண்ணாடிகளைப் பயன்படுத்தித் திரிபளவைக் காணலாம். இதன் உணரளவும் துல்லியமும் மிகுதியானவை. இருப்பினும் இதைப் பயன்படுத்திடத் திறமையும் பட்டறிவும் பொறுமையும் வேண்டும்.

ஒலியியல் திரிபளவி. 1920 ஆம் ஆண்டிலிருந்து ஒலியியல் திரிபளவிகள் பல்வேறு நாடுகளில் பல்வேறு வடிவமைப்புகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளன. மற்ற திரிபளவிகளோடு ஒப்பிடுகையில் இவை நிலைத்தன்மையும் காலப்போக்கால் விலகாத தன்மையும் உடையவை. 1944 ஆம் ஆண்டில் ஆர்.எஸ்.ஜெரெட் என்பார் ஒலியியல் திரிபளவியை வடிவமைத்தார். இதில் ஆய்வு அளவி, நோக்கு அளவி என்னும் இரண்டு ஒலியியல் அளவைகளைக் கொண்டு திரிபளவு அளக்கப்படுகிறது. இதில் இரு சிறு மின்காந்தங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு மின்னாற்றல் மூலமாக இயக்கப்பட்டு ஒலிக்குறிகளைப் பெற்றுப் பெரிதுபடுத்தித் திரிபளவு கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. இதன் உணரளவு மிக மிக அதிகம்; எனினும் இதன் கவரும் பேரளவு குறைவு. இதை இயக்கிட மிகுதியான மின்னாற்றல் தேவைப்படுவதால், இது மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

காற்றியல் திரிபளவி. 1930 ஆம் ஆண்டில் எச்.டி. லெய்ரிஸ் என்பார் காற்றியல் திரிபளவியை உருவாக்கினார். ஓரச்சு விரிவு ஆய்வுகளில் உலோகங்களில் யெங்கின் மீட்சித் திறன் மற்றும் பாய்சான் விகிதம் இவற்றைக் கணக்கிட காற்றியல் திரிபளவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. உலோகத் தொழிலகங்களில் உலாகக் கருவிகளின் அல்லது தகடுகளின் நீளம், அகலம், உயரம், திண்ணம் போன்ற அளவுகளை அளந்திடப் பெரிதும் பயன்பட்டன. இத்திரிபளவிகளைக் கொண்டு 100,000 வரை இதில் பெறும் அளவுகளைப் பெரிதுபடுத்தலாம். இதற்கு மிகுதியான அதிர்வெண்ணோ மிகுதியான இயக்க விசையோ தேவையில்லை.

மின்னியல் திரிபளவி. கடந்த 40 ஆண்டுகளாகப், பயன், எளிமை, துல்லியம் இவற்றின் காரணமாக மின்னியல் திரிபளவிகள் பெரிதும் புழக்கத்தில் உள்ளன. நால்வகை மின் திரிபளவிகள் உள்ளன. அவை (அ) மின்தேக்கி வகை (capacitance type), மின்தூண்ட வகை (inductance type), மின்தடை வகை (resistance type), மின்னாற்றல் மாற்றி வகை (transducer type) என்பன.

(அ) மின்தேக்கி வகைத் திரிபளவிகள். இதில் இரு மின்தகடுகள் இணையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இணை தகடுகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவினை மாற்றியும், ஒரு தகட்டை, அடுத்தத் தகட்டிற்குச் செங்குத்தாக நகர்த்தி, இத்தகடுகளின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவை மாற்றியும், இவ்விரு தகடுகளுக்கிடையேயுள்ள காற்றின் மின்காப்பு மாறிலியைவிட (dielectric constant) மிகுதியாக உள்ள ஒரு பொருளை இந்த இடைவெளியில் நகர்த்தியும் திரி பளவையோ நகர்வையோ இடமாற்றத்தையோ அளந்திட்லாம். இவ்வகைத் திரிபளவியின் உணரளவும் துல்லியமும் திரிபுப் பரவலை அளந்திடப் போதுமானவையாக உள்ளன.

மேலும் நிலைத்த மற்றும் குறை அலைவெண்ணுடைய இயக்கங்களின் திரிபினை அளந்திடப் பயன்படும். எனினும் இதனுடைய தன்னளவு பெரியது. மேலும் கத்திமுனைகளுக்கு

இடையில் பொருத்தப்படும் எந்திரப் பிணைப்பிகள் இதன் பயனைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவ்வகைத் திரிபளவிகள் மின்னாற்றல் மாற்றி அமைப்புகளுக்குப் பெரிதும் பொருந்தி உயர் வெப்ப நிலையிலும் பயன்படுத்த ஏற்றவாறு உள்ளன. இவற்றை இயக்கிடத் தேவைப்படும் விசையும் மிகக் குறைவே.

(ஆ) மின்தூண்ட வகைத் திரிபளவிகள். ஒருபடித்தான விகிதமாற்றமுடைய மின்மாற்றி, எந்திர நுகர்வு அல்லது இடமாற்றத்தை மின் சைகைகளாக மாற்றுவதற்குச் சிறப்பாகப் பயன்படுகிறது. மேற்குறிப்பிட்ட தன்மையினைத் திரிபு, நகர்வு அல்லது இடமாற்றம், அழுத்தம், வேகத்திறன் மாற்றவிகிதம், விசை மாற்றும் வெப்பநிலையோடு தொடர்புடைய மின்னாற்றல் மாற்றிக் கருவிகளில் பயன்படுத்தலாம். இத்திரிபளவியினைப் பயன்படுத்தத் தேவைப்படும் விசை மிகக்குறைவே. உலோகப் பொருளோ மின்காந்தப் புலமோ அளக்குமிடங்களில் இருந்தால் அவை திரிபளவினைப் பெரிதும் பாதிக்கும். எனவே இவ்வகைத் திரிபளவி பிணைப்பு மின்தடைத் திரிபளவிகளில் (bonded resistance strain gauge) மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(இ) மின்தடை வகைத் திரிபளவிகள். இவ்வகைத் திரிபளவிகள் மிகப்பெரும்பாலான அடிப்படைத் தன்மைகளை உடையவையாக அமைந்து, வழக்கில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவற்றை மனிதர்கள் இருந்து கவனித்திட இயலாத இடங்களிலும் மிகக் குறைந்த செலவில் பயன்படுத்தலாம். ஓர் அஞ்சல் தலையினைவிட (stamp) இவை அளவிலும் தன்னெடையிலும் குறைவானவை. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் உருவாக்கப்பட்ட சில மென் தகட்டு வகைத் திரிபளவிகள் ஒரு குண்டூசி அளவே உள்ளன. 1930 ஆம் ஆண்டில் கலி∴போர்னியா தொழில்நுட்பக் கழகத்தில் டாக்டர் சிம்மன்ஸ் என்பாரும் மஸ்ஸாசூசெட் தொழில்நுட்பக் கழகத்து டாக்டர் ரூஜ் என்பாரும் தனித்தனியே இவ்வகைத் திரிபளவிகளை உருவாக்கினர். பால்டுவின்-லிமா ஹேமில்ட்டன் கழகம் என்னும் நிறுவனம் SR4 திரிபளவிகள் எனப்படும் இவ்வகைத் திரிபளவிகளை உற்பத்தி செய்கிறது.

மின்தடைத் திரிபளவிகள் பிணைப்புக் கம்பி வகை (bonded wire type), மென்தகட்டு வகை (foil type) என இரு வகைப்படும்.

எந்திர மற்றும் மின்தன்மைகளைச் சிறப்பாக உடைய மெல்லிய வார்னிஷ் பூச்சில் மென்தட்டுத் திரிபளவியை ஒட்டவைத்துத் திரிபுகளைத் துல்லியமாகவும் சிறப்பாகவும் அளக்கலாம்.

(ஈ) குறைகடத்தித் திரிபளவிகள். 1954 ஆம் ஆண்டில் சி.எஸ்.ஸ்மித் என்னும் அறிஞர் சிலிகான் மற்றும் ஜெர்மானியம் என்னும் குறைகடத்திகளின் திரிபுகளை அளக்கக் கருதினார். 1957 ஆம் ஆண்டில் டபிள்யூ. பி. மேசன் என்பாரும், ஆர். என். தர்ஸ்ட்டன் என்பாரும் மாற்றமுறக்கூடிய தடையுடைய மின்னாற்றல் மாற்றிகளில் குறைகடத்திகளைப் பயன்படுத்தலாம் எனக் கண்டனர். எனினும் 1960இல் தான் குறைகடத்தித் திரிபளவிகள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுப் பயனுக்கு வந்தன. இருப்பினும் இவை பிணையல் வடிவில் (rosette) அமைக்கப்படுவதில்லை.

பயன்கள். குறைகடத்தித் திரிபளவிகளைப் பயன்படுத்துவதால் பின்வரும் பயன்கள் விளைகின்றன. மீவுயர் உணரளவு மிகக் குறைந்த விளைவு மாற்றத் தயக்கம் (hysteresis), திரிபளவியின் தன்மைகளைத் தேவைக்கேற்றவாறு வேண்டிய வண்ணம் மாற்றிக்கொள்ளல் போன்ற வசதிகள் உண்டு. திரிபளவியின் காரணி எண்ணை -140 +75 வரை மாற்றலாம். மின் தடையினை 1000 முதல் 1 வரை குறைக்கவோ கூட்டவோ செய்யலாம்.

குறைபாடுகள். குறைகடத்தித் திரிபளவிகள் கீழ்க்குறிப்பிட்டுள்ள குறைபாடுகளை உடையன. எளிதில் குலைந்து விடுபவை; உடைந்துவிடுபவை; மிகுதியான அளவு திரிபினை அளக்கும் திறனின்மை, வெப்பநிலையிலும் திரிபின் அளவிலும் ஏற்படும் சிறு மாற்றங்கள் கூட அளவியின் காரணி எண்ணை மாற்றுதல், உலோகத்தாலான திரிபளவிகளில் பயன்படுத்தப்படும் மின்சுற்றுகளையும் இயக்கு நுட்ப முறைகளையும் உணரளவின் காரணமாக இவற்றில் பயன்படுத்த முடியாமை ஆகியவை குறைகளாகும்.

- அ. வீரப்பன்

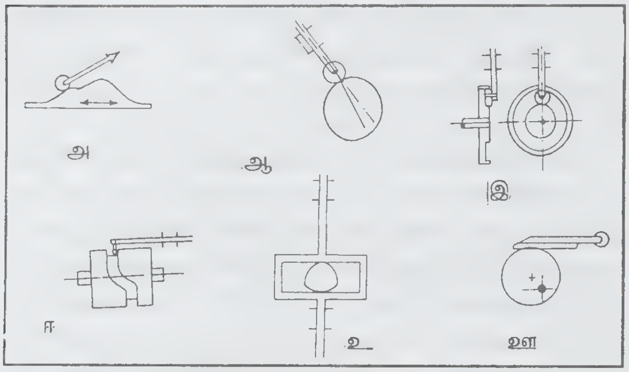
திரிமுனை இயக்கமைப்பு

திரிமுனையின் விளிம்புப் பகுதியின் உதவியால் செயல்படும் ஓர் எந்திர இணைப்புத் தொடர் திரிமுனை இயக்கமைப்பு (cam mechanism) எனப்படுகிறது. இது இயக்கத்தொடர் முறைகளுள் மிகச் சிறந்த முறையாகும். ஏனெனில் இதில் சுழலும் திரிமுனை அல்லது திரிமுனைத் தொடர் மிக எளிதாகவும் சீராகவும் ஆற்றல் மாறுபாட்டை அளிக்கிறது. பல்வேறுபட்ட ஆற்றல்களின் கூட்டமைப்புகளிலும் தேவையான உள்ளீட்டு அல்லது வெளியீட்டு ஆற்றலைத் திரிமுனை இயக்கமைப்பு எளிதாகக் கொடுக்கிறது. எ.டு: சுழல்

இயக்கத்தை நேர்க்கோட்டு இயக்கமைப்பாக (straight line mechanism) மாற்றுதல், தானியங்கிப் பொறிகளில் அடைப்பிதழ் இயக்கமைப்பிற்கு அடிப்படை போன்றவை. பொறியியல் துறையில் திரிமுனைகளின் வடிவமைப்பு, தயாரிக்கும் செலவு, தேய்மானம், அதிர்வு போன்ற பல்வேறு சிக்கல்கள் இருப்பினும் செயல்பாட்டின் காரணமாக மிகப் பரவலாகப் பயன்படும்.

வகைகள்

திரிமுனையின் அமைப்பையும், செயல்பாட்டையும் வைத்துத் திரிமுனை இயக்கமைப்பை ஆறு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை இடம் மாறும் திரிமுனை வகை, தட்டு வகைத் திரிமுனை, உட்சுழலி வகைத் திரிமுனை, உருளை வகைத் திரிமுனை, கவை வகைத் திரிமுனை, மாற்று மைய வகைத் திரிமுனை என்பன.



படம் 1. திரிமுனை இயக்கமைப்பின் வகைகள்

அ. இடம் மாறும் திரிமுனை, ஆ. தட்டு வகைத் திரிமுனை இ. உட்சுழலி வகைத் திரிமுனை, ஈ. உருளை வகைத் திரிமுனை, உ. கவை வகைத் திரிமுனை, ஊ. மாற்று மைய வகைத் திரிமுனை

இடம் மாறும் வகைத் திரிமுனை. இவ்வகைத் திரிமுனை இயக்கம் திரிமுனையின் இடமாற்றத்தாலும் வெளி விளிம்பில் ஏற்படுத்தப்படும் மேடு பள்ளங்களாலும் நடைபெறுகிறது. இதில் பெரும்பாலும் திரிமுனைத் தொடர் அலை வகை உருளைத் தொடராகவே இருக்கும். இவ்வகை இயக்கமைப்பை அச்சு எந்திரங்களில் காணலாம்.

தட்டு வகைத் திரிமுனை. இவ்வகைத் திரிமுனை இயக்கத்தில் தொடர் நிலைநிறுத்தப்பட்டிருக்க, தட்டு வகைத் திரிமுனை சுழலும்போது ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்விற்கேற்பத் தொடர் ஏறியும், இறங்கியும் செயல்படுகிறது. இவ்வகையில் தொடரின் இயக்க அழுத்தம் திரிமுனையின் மையத்தில் செயல்படாமல் இருக்க, மைய அச்சிலிருந்து குறிப்பிட்ட கோணத்தில் (α) மாற்றி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் திரிமுனை எளிமையாகச் சுமையின்றி இயங்குகிறது.

உட்சுழலி வகைத் திரிமுனை. இவ்வகைத் திரிமுனையில் திரிமுனைத் தொடர் ஒரு வட்டுருளைக்குள் இயங்குமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மையத்தில் திரிமுனை பொருத்தப்பட்டு வட்டுருளையின் உள் விளிம்பிற்கும் திரிமுனையின் வெளி விளிம்பிற்கும் இடையில் தொடர் சுழன்று மேலும் கீழும் ஏறி இறங்கிச் செயல்படுகிறது.

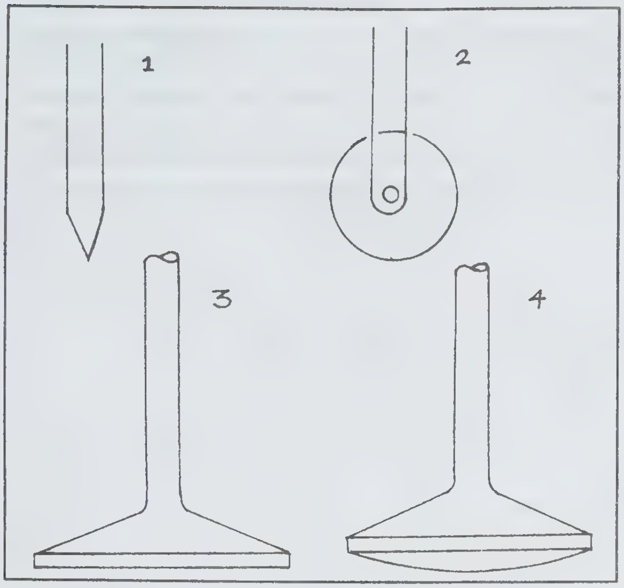
உருளை வகைத் திரிமுனை. இவ்வகைத் திரிமுனையில் திரிமுனை அல்லது காடி ஓர் உருளையின் ஏற்ற இறக்கத் தேவைக்கேற்ப வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் காடிக்கு இடையே இடம் மாறி உருளைத் தொடர் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். உருளை சுழலும்போது அதனுள் உள்ள காடிக்கேற்ப இடம் மாறித் தொடர் நகர்வதால் இயக்கமைப்பு முழுமை பெறுகிறது.

கவை வகைத் திரிமுனை. இவ்வகைத் திரிமுனை இயக்கமைப்பில் செவ்வக வடிவப் பெட்டியினுள் முக்கோண வட்டு வடிவத் திரிமுனை அதன் உட்புறங்களில் சுழல வதற்கேற்றவாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். செவ்வக வடிவப் பெட்டியுடன் இணைந்த இணைப்புகளே கவைத் தொடர்களாகும். திரிமுனை சுழலும்போது கவைத் தொடரில் மேலும் கீழும் ஏறி இறங்கி இயக்கம் நடைபெறுகிறது. இவ்வகை இயக்கமைப்பு விசைத்தறிக் கூடங்களில் உள்ள எந்திரங்களில் பயன்படுகிறது.

மாற்று மைய வகைத் திரிமுனை. இவ்வகைத் திரிமுனை இயக்கமைப்பில் திரிமுனையில் மையம் மாற்றியமைத்துப் பொருத்தப்பட்டுள்ளமையால் அதனோடு இணைந்துள்ள சமதள அலைத் தொடர் இடம் பெயர்ந்து இயங்குகிறது.

திரிமுனைத் தொடர்கள்

திரிமுனைத் தொடர்கள் திரிமுனையின் விளிம்புப் பகுதிகளிலேயே ஊர்ந்து திரிமுனையின் ஏற்ற இறக்கங்களை நேர்கோட்டுச் செயலாற்றலாகவோ சுழலாற்றலாகவோ மாற்றும் மிக இன்றியமையா எந்திரப் பிணையாகும். பல்வேறு வடிவுடைய இவற்றைக் கத்தி முனைத் தொடர் உருளை முனைத் தொடர், சமதள முனைத் தொடர், கோள முனைத் தொடர் என வகைப்படுத்தலாம்.



படம் 2. திரிமுனைத் தொடர்கள்

1. கத்தி முனைத் தொடர், 2. உருளை முனைத் தொடர்
3. சமதள முனைத் தொடர், 4. கோள முனைத் தொடர்

கத்தி முனைத் தொடர். இவற்றின் முனைத் தேய்மானம் மிகுதியென்பதால் மிக நுண்ணிய எந்திர இயக்கங்களுக்கு மட்டுமே இவை பயன்படுகின்றன.

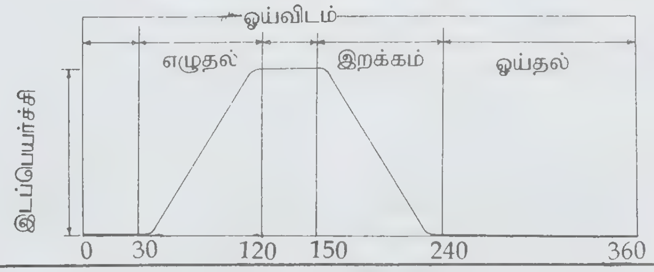
உருளை முனைத் தொடர். இவை சுழலச்சின் கோட்டை வெட்டாத நேர்கோட்டுச் செயலாற்றல் கொண்ட இடங்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

சமதள முனைத் தொடர் மற்றும் கோள முனைத் தொடர். இவ்வகைத் தொடர்கள் திரிமுனையின் புறப்பரப்பில் மிகுதியாக ஊர்ந்து எவ்வகையிலும் இழப்பில்லாத ஆற்றல் மாறுபாட்டை அளிக்க வல்லவை. இவை தானியங்கிப் பொறிகள், கன எந்திரங்கள் முதலியவற்றில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

திரிமுனைத் தொடர்களின் இயக்கம். திரிமுனை இயக்கமைப்பு வடிவமைப்பில் முதலிடம் பெறுவது திரிமுனைத் தொடர்களின் இயக்கமாகும். ஒரு சில எந்திரங்களின் வினை முடிந்து அடுத்த செயல் தொடங்கும் வரை திரிமுனைத் தொடர்கள் செயலற்று இருந்தாலே போதும். வேறு சில எந்திரங்களில் இவ்வமைப்பு மாறுபடும். எ-டு : மூட்டமைப்புப் பொறிகளில் (packaging machines) பெட்டிகளின் மேல் மூட்டுத் தகடுகளை வளைத்து மூட்டும் பணி திரிமுனை இயக்கமைப்பின் மூலம் செய்யப்படுகிறது. ஒரு பெட்டிக்கு மூட்டுப் பணி நிறைவேறியபின் அடுத்த பெட்டி வரும் வரை இயக்கமைப்பு செயலற்றதாகவே இருக்கும்.

திரிமுனைத் தொடர்களின் இயக்கத்தால் மூட்டுப் பணியைச் செயல்படுத்தும் தொடர்கள் இயக்கத்தை இடர்பெயர்ச்சிக் கால வரைபடம் மூலம் அறியலாம். இப்படத்தில் திரிமுனையின் சுழல் காலத்தைக் கோணங்களில் குறிப்பர். திரிமுனைத் தொடரின் இடப்பெயர்ச்சியை உயரத்தில் குறிப்பர். நடைமுறையில் காணப்படும் திரிமுனைத் தொடரின் மேலேழுதல், திரிமுனை உள்ள முனையின் தொடர் செயலற்றிருக்கும் வரம்புகள், தொடர் கீழிறங்கிச் செயலற்றிருக்கும் காலம் முதலியவை படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

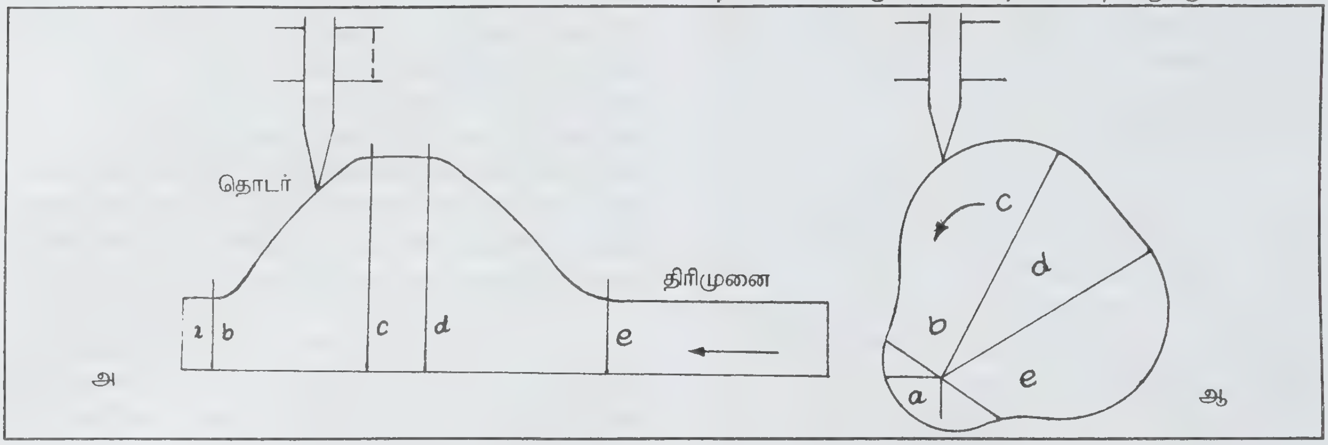
திரிமுனைத் தொடரின் உயர்ந்த அளவு இடப்பெயர்ச்சி செயலற்றிருக்கும் வரம்பு, கால அளவு முதலியவை வடிவமைப்பாளரால் முடிவு செய்யப்படும். வரம்புகளுடன் இணைக்கும் வளைவுகளைத் தேவைக்கு ஏற்றபடி நீட்டியோ, மிகக் குறுக்கியோ அமைக்கலாம். வரைபடத்தின் குறிப்பிட்ட வளைவே தொடரின் இயக்கமாகும். இதனைச் செயல்முறை இயக்கமாக்கும்போது திரிமுனைத் தொடரின் பெரும வேக முடுக்கத்தைத் தாங்கும் திறனைப் பொறுத்து வடிவமைக்க



படம் 3. இடப்பெயர்ச்சிக் கால அட்டவணை

வேண்டும். முற்பகுதியில் குறிப்பிட்டதுபோல் தொடரை நிறுத்தும்போது திரிமுனையில் இயக்க அச்சிற்கு நேராக இராமல் 30^0க்கும் குறைவாக ஒரு கோணத்தில் நிலைநிறுத்த வேண்டும். இவ்வாறு சாய்வான கோணத்தில் நிலைநிறுத்தப் படுவதால் திரிமுனையில் செயல்படும் தொடரின் உராய்வு குறைக்கப்படுகிறது.

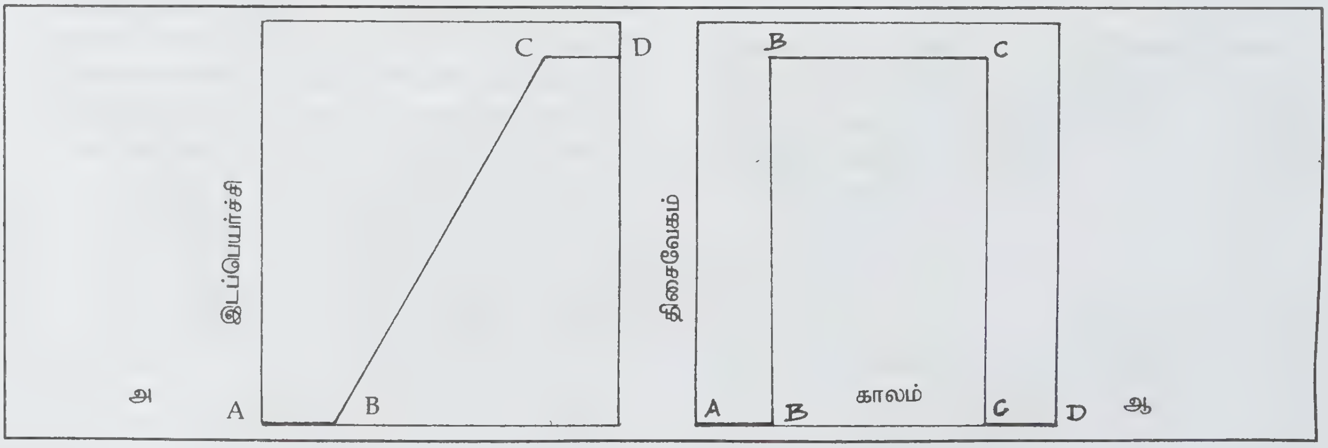
எ-டு: வரைபடம் (3) இன்படி ஒரு திரிமுனை இயக்கத்தை வடிவமைத்தால் வரைபடம் (4) (அ) திரிமுனை இயக்கம் கிடைக்கும். வரைபடம் (4) (ஆ) ஒரு தகட்டில் சரியான அளவுகளோடு ஒரு திரிமுனையை வடிவமைத்தால், அத்திரிமுனை வரைபடம் (4) (அ) போலிருக்கும். இதற்குக் கத்திமுனைத் தொடரியே ஏற்றதாகும். உருளை வகைத் தொடர் போடப்படுமானால் வடிவமைப்பு வேறுபடும்.



படம்4. இடப்பெயர்ச்சித் திரிமுனையைத் தட்டுவகைத் திரிமுனையாக மாற்றுதல்

திரிமுனை, பொறிகளில் பொருத்தப்படும் இட வசதியையும் அழுத்தக் கோணத்தையும் அறுதியிடுகிறது. பெரும்பாலும் சிறிய அளவு திரிமுனைகளே பயன்படுகின்றன. பெரிய அளவு திரிமுனைகளால் ஏற்படும் அதே செயல்திறனைச் சிறிய அளவு திரிமுனைகள் வழங்கும். மேலும் சிறிய திரிமுனைகளின் தயாரிப்புச் செலவும் பராமரிப்புச் செலவும் குறைவேயாகும். சிறிய அளவு திரிமுனைகளுக்கு அழுத்தக் கோணம் (α) குறைவாக இருப்பது சிறந்தது.

வரைபடம் 3இல் உள்ள இடப்பெயர்ச்சி - கால அட்டவணையைப் புள்ளியல்படி நேர்கோடாக மாற்றி வரைந்தால் அதன் இயக்க வரைபடம் 5 போன்றிருக்கும். இவ்விரு வரைபடங்களையும் ஒப்பிடும்போது வரைபடம் 3இல் உள்ள இடப்பெயர்ச்சிக் கால அளவு வளைவும், வரைபடம் 5இல் உள்ள சாய்வு கோணத்தில் இன் திசைவேகமும் ஒன்றாகவே இருக்கும். வரைபடம் 5 இன்படி புள்ளி அ முதல் ஆ வரை திசைவேகம் சுழியாகவும் புள்ளி ஆ முதல் இ வரை சீராகவும் மிகுந்து, மீண்டும் புள்ளி இ முதல் அ வரை திசை வேகம் சுழியாக இருக்கும்.



படம் 5. திரிமுனை இயக்கம்

அ. இடப்பெயர்ச்சிக் கால வரைவு (தேற்ற முறையில்)

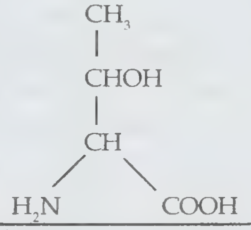
ஆ. திசைவேக - கால வரைவு (தேற்ற முறையில்)

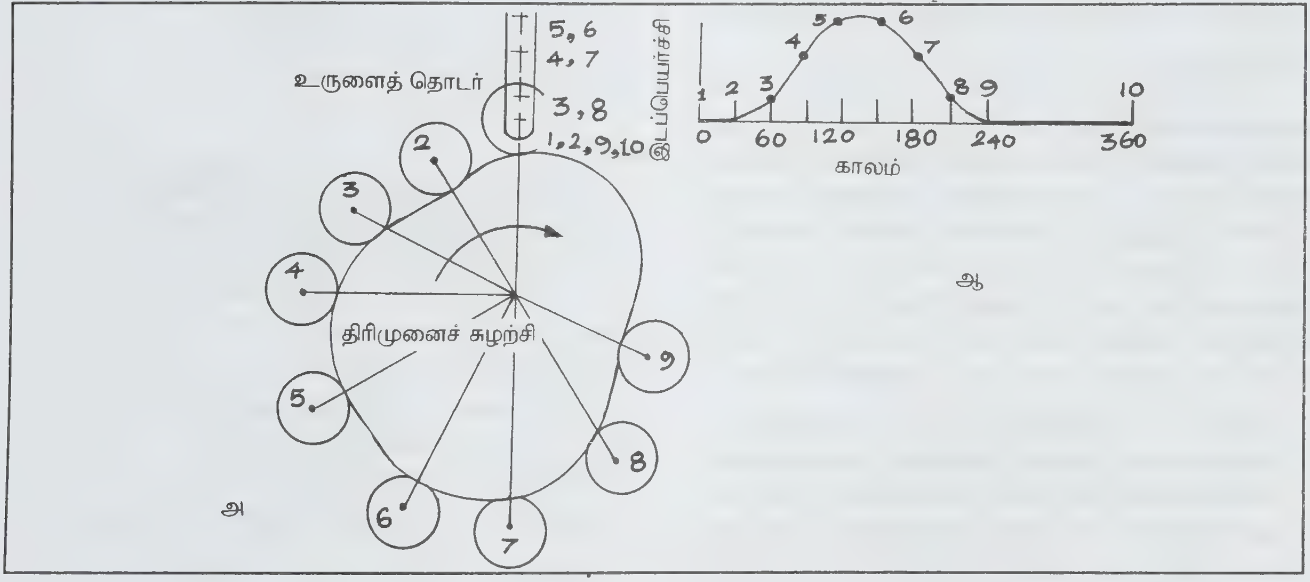
$$\text{திசைவேகம் } (V) = \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{எடுத்துக்கொண்ட காலம்}}$$

திரிமுனை வடிவமைத்தல். இடப்பெயர்ச்சிக் கால அட்டவணை வளைவையும் தொடரின் இயக்கத் தொடர் அமைப்பையும் கொண்டே திரிமுனையை வடிவமைக்கலாம். முதலில் இயக்க அமைப்பையே தலைகீழாக மாற்றிப் புள்ளிகளை வரைந்து பின் திரிமுனையின் உருவத்தைத் தாள்களில் பதிக்க வேண்டும். இதற்கு இடப்பெயர்ச்சிக் கால வளைவின் அடிப்படையில் திரிமுனையை நிறுத்திப் புள்ளிகளுக்குத் தக்கவாறு தொடரியை நகர்த்தித் திரிமுனையில் உருவத்தைப் பெறலாம். இம்முறையை வரைபடம் 6 இல் காணலாம்.

திரியோனைன்

இது விலங்கினங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஓர் இன்றியாமையாத அமினோ அமிலம். திரியோனைன் பெர்அயோடேட்டுகளுடன் வினைபுரிவதால் கிளையாக் சலேட், அம்மோனியா, அசெட்டால்டிஹைடு ஆகியன உண்டாகின்றன. இவ்வமிலத்தின் சில சிறப்பான இயற்பியல் மதிப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.





படம் 6

அ. உருளை முனைத் தொடர் கொண்ட இயக்கத்திற்குத் திரிமுனை வடிவமைத்தல்,
ஆ. இடப்பெயர்ச்சி - கால - அட்டவணை

எளிய முறையில் கிடைத்த வடிவத்திலிருந்து நுணுக்கமாக வடிவமைக்கப் பல்வேறு முறைகள் உள்ளன. இவ்வரைபடம் தட்டுத் திரிமுனைக்கான உருளைமுனைத் தொடரியைக் கொண்டு இயக்குவதற்குரிய விளக்கத்தை அளிக்கிறது. திரிமுனையை ஏறக்குறைய வரையும்போது உருளையோடு திரிமுனையின் விளிம்புகள் தொடுகோட்டில் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். இந்நடைமுறையைப் பிற வகைத் தொடர்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

- வெ. ஸ்ரீதர்

மாற்றியத்தின் சில இயற்பியல் பண்புகள் (25^{0}C,இல்)

$pK_1(COOH)$	=	2,71
$pK_2(NH_3^+)$	=	9.62
மின்சுமைமாய் நிலை	=	6.16
ஒளிசுழற்சித் திறன்	=	$(\alpha)_D (H_2O)$ = -28.5 $[\alpha]_D$(5NHCl) = -15.0

கரைதிறன் (கி/100 மி.லி. நீரில்). 20.5 (DL)

சில நுண்ணுயிரிகளில் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஐசோலூசின் அமினோ அமிலத்தின் முன்னோடியாக (precursor) இது அமைந்துள்ளது. அஸ்பார்ட்டிக் அமிலத்திலிருந்து உயிர் வினைத் தொகுப்பு மூலம் திரியோனைன் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதன் முக்கிய வளர்சிதைமாற்றச் சிதைவில் α - கீட்டோபியூட்ரிக் அமிலமாக அமீன் நீக்க வினை இடம்பெறுகிறது. இந்தக் கீட்டோ அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றம் வழி கார்பாக்சில் நீக்கம் அடைந்து புரோபியோனில் CoA ஆகவோ, α - அமினோபியூட்ரிக் அமிலமாகவோ மாற்றப்படும். வேறொரு வகை நிலையிறக்கத்தில் இவ்வமிலம் தொடக்கத்தில் கிளைசீன், அசெட்டால்டிஹைடு ஆகியனவாக மாறுதலடைகிறது.

- த.தெய்வீகன்

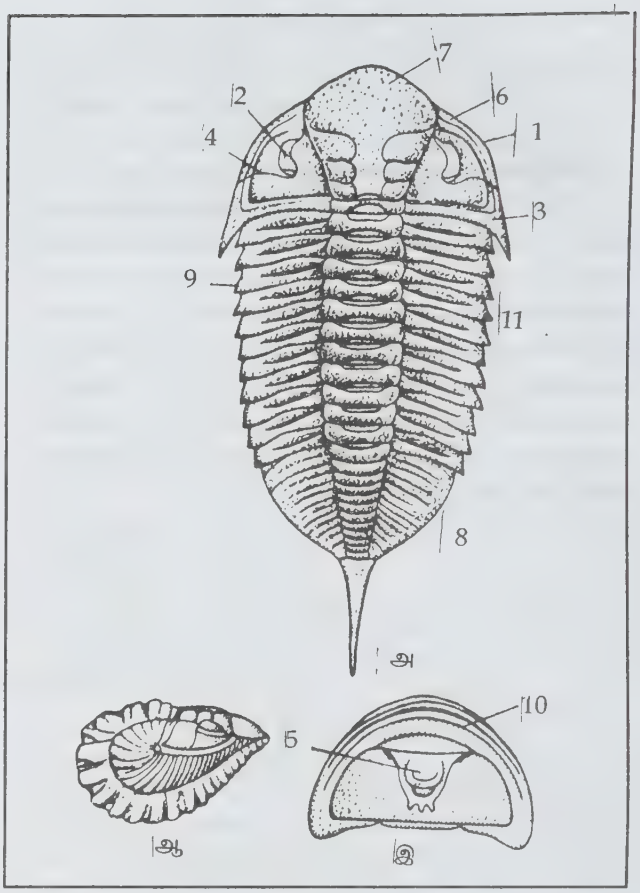
திரிலோபைட்

கணுக்காலியான திரிலோபைட் என்னும் இனம் இப்போது முழுதும் அழிந்துவிட்டது. இதனைப் பின்தங்கிய புதையுண்ட கணுக்காலியாகக் கருதுகின்றனர். இதனை மிகவும் தொன்மை பொருந்திய தொல் ஊழிக்காலப் படிவங்கள் வாயிலாக அறியலாம். இது கேம்பிரியன், ஆர்டோவிசியன் காலங்களில் நன்கு வளர்ச்சியுற்றுக் காணப்பட்டது. ஆனால் டிவோனியன் காலத்தில் இதன் வளர்ச்சி அருகத் தொடங்கிச் சைலூரியன் காலத்தில் இது முற்றிலும் அழிந்துவிட்டது.

திரிலோபைட் கடலிலேயே வாழ்ந்தது என்பதை இதன் புதை படிவங்கள் கடலிலேயே மிகுதியாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளமையால் அறியலாம். இது கடலில் கிடைக்கும் சிதைந்த உயிரினங்களை உணவாக உட்கொண்டிருக்கலாம். சில கடலின் மேற்புறத்தில் நீந்தியும் பல மண்ணில் புதைந்தும் வாழ்ந்திருக்கலாம்.

தோற்றம். திரிலோபைட்டின் பாதுகாப்பிற்கு அதன் புற ஓடு (exoskeleton) உதவுகிறது. சில உயிரிகளில் அவற்றின் வயிற்றுப்புறமும், இணை உறுப்புகளும் புற ஓட்டினால் காக்கப்படுள்ளன.

திரிலோபைட் 5-75 செ.மீ. நீளம் பெற்றிருந்தது. இதன் இனங்களான டெராடாஸ்பின் 67.5 செ.மீ. நீளமும் அக்நாஸ்டஸ் 6 மி.மீ. நீளமும் கொண்டிருந்தன. உடல் கோள அல்லது முட்டை வடிவாகவும் முதுகு வயிற்றுப்புறங்கள் தட்டையாகவும் தலை, மார்பு, வயிறு என்னும் மூன்று பிரிவுகளுடனும் காணப்படும். இரண்டு நீண்ட பள்ளத்தை முதுகுப்புறத்தில் கொண்டுள்ள இது தன் உடலை மூன்று கண்டங்களாகக் கொண்டுள்ளது.



அ.திரிலோபைட்டின் (*Dalmanites Socialis*) மேல் தோற்றம்
ஆ.சுருள் தோற்றம்
இ. திரிலோபைட்டின் (*Phacops Pecundus*)

1. தலைக்கவசம் 2. கண், 3. கன்னப்பகுதி, 4. முன்வால், 5. மேலுதடு, 6. அசையும் கன்னம் 7. தலைநடுப்பகுதி 8. வயிற்றுப்புறம் 9. உள்ளுடல் 10.. துனை முன் தட்டு 11. தொண்டைப்பகுதி

உடலின் நடுப்பகுதி இன்றியமையாப் பகுதிகளைப் பெற்றது. அழுந்திய இரு பக்கக் கதுப்புகள் சுவாசிக்கவும், இடப்பெயர்ச்சிச் செய்யவும் உதவுகின்றன. இவ்வுயிரியின் உடலில் மூன்று பிரிவுகள் தெளிவாகக் காணப்படுவதால் வால்ச் என்பார் இந்த இனத்திற்குத் திரிலோபைட்டா என்று பெயரிட்டார்.

தெளிவான வளர்ச்சி பெற்ற, பிரிவுகள் இராத அரைவட்ட வடிவமாகத் தலைப்பகுதி உள்ளது. இது முகுதுப்புறத்தில் வெளி ஓட்டினால் மூடப்பட்டுள்ளது. தலையின் நடுப்பகுதி

சிறிது உயர்ந்து காணப்படுகிறது. இது மேலும் இடைப் பள்ளங்களால் பிரிக்கப்பட்டு ஏறத்தாழ ஐந்து கண்டங்களாகக் காணப்படுகிறது. இதன் தெளிவான கண்டத்திற்குத் தலையின் பின் கண்டம் என்று பெயர்.

புற ஒட்டிலுள்ள இரண்டு கன்னக் கதுப்புகளையும் நெற்றி, முகத்தின் இணைப்புகள் தலை நடுப்பகுதியில் சேர்க்கின்றன. இந்த இணைப்பு, கன்னக்கதுப்புகளை அசையாத உள் கன்னக்கதுப்புகளாகவும், எளிதில் அசையக்கூடிய வெளிக்கன்னக்கதுப்புகளாகவும் பிரிக்கிறது. உள் அசையாத கன்ன கதுப்புகள் நடுப்பகுதியுடன் சேர்ந்து காணப்படும். கன்னக்கதுப்புகளின் இறுதி முனையிலிருந்து பின்பக்கம் முள்நீட்சிகள் (spines) காணப்படுகின்றன.

வயிற்றுப்புறத்தில் புற ஓடு நீண்ட கீழ் நெற்றி ஓடாகிப் பின்முனை மேல் உதட்டுடன் இணைந்து பின்னர் நீண்டு காணப்படும். வாய்க்குப் பின்னர் சிறிய கீழ் உதட்டுத்தட்டு (lower lip plate) காணப்படுகிறது. ஆனால் மற்ற வகைத் திரிலோபைட்டுகளில் இது காணப்படுவதில்லை.

திரிலோபைட்டில் சில குருடாகவும், சில எளிய கண்களைப் பெற்றும், சில இணையான பெரிய கூட்டுக்கண்களைப் பெற்றும் காணப்பட்டன. கண்கள் அசையக் கூடிய கன்னக்கதுப்புகளில் முதுகுப்புறத்தில் காணப்பட்டன. சில வகைகளில் தொண்டைப்பகுதியில் இரண்டு சிறிய கூட்டுக்கண்கள் காணப்பட்டன. விழிவில்லையின் அமைப்பைப் பொறுத்துத் திரிலோ பைட்டில் மூவகைக் கண்கள் காணப்படுகின்றன. முதல் வகையில் ஒவ்வொரு கண்ணாடியும் கோள வடிவத்தைப் பெற்று, இரு புறங்களிலும் குவிந்திருக்கும். பக்கத்தில் அமைந்துள்ள மற்றக் கண்ணாடிகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து காணப்படுவதால் விழிப்படலம் கண்களை முழுதுமாக மூடிக்கொள்ளும். மற்றொரு வகையில் கண்ணாடிகள் மிகவும் நெருக்கமாக அமைந்து நீண்டு பட்டகம் போல் காணப்படும். பிறிதொரு வகையில் கண்ணாடிகள் இருபக்கமும் குவிந்த வடிவத்தில் அமைந்து ஒன்றை விட்டு ஒன்று பிரிந்து காணப்படுவதால் விழிப்படலம் கண் முழுதையும் மூடாத நிலையில் இருக்கும்.

மார்பு. இதன் கண்டங்களின் எண்ணிக்கை 2-30 ஆகும். அக்நாஸ்டஸ் விலங்கின் முன்னுடலில் காணப்படும் அசையக்கூடிய கண்டங்கள் முன் மார்பாக மாறியுள்ளன. மார்புக் கண்டங்கள் எளிதில் வளையக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றுள்ளமையால் திரிலோபைட்டுகள் உருண்டு பந்தைப் போலவும், முள்ளம்பன்றியைப் போலவும் உடலைச் சுருட்டிக்கொள்கின்றன.

வயிற்றுப்பகுதி. பின்னுடல் கண்டங்கள் இணைந்து காணப்படுகின்றன. இவை முதுகுப்புறத்தில் வால்புற மூடியினால் (caudal shield) மூடப்பட்டுள்ளன. வயிற்றுப் புறத்தில் (pygidium) உள்ள கண்டங்களின் எண்ணிக்கை 2-25 ஆகும். கழிவாய் இறுதிக்கண்டத்தின் (telson) அடிப்புறத்தில் அமைந்துள்ளது. இதில் இணை உறுப்புகள் காணப்படுவதில்லை.

இணை உறுப்புகள். வால்காட் என்பார் திரிலோபைட்டின் இணை உறுப்புகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்தார். சில வகைகளில் மட்டும் நன்கு வளர்ச்சி பெறாத கால்கள் உள்ளமையையும் நீண்ட பிளவுபட்ட மெல்லிய இணை உறுப்புகள் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் உள்ளமையையும் ஆய்ந்தறிவித்தார்.

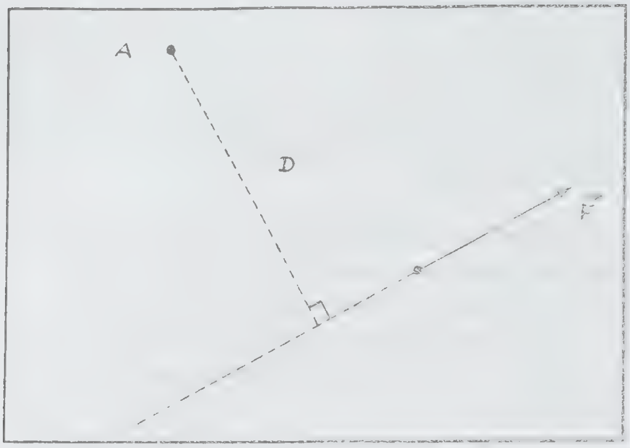
தலை இணை உறுப்புகள். கண்களைத் தவிர ஐந்து இணை உறுப்புகள் உள்ளமையைப் பீசெர் என்பார் அறிந்தார். திரிலோபைட்டின் ஒரு பிரிவில் இணையான, நீண்ட, சிறிய கண்டங்களைக் கொண்ட உணர்நீட்சிகள் வாய்க்குமுன் இருந்தமை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை தொண்டைக்கு இரு மருங்கிலும் அமையப்பெற்றுக் கீழ் நெற்றியை ஓட்டில் ஒட்டியவாறு காணப்படுகின்றன. இவை கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகளில் (crustacea) காணப்படும் உணர்நீட்சிகளை ஒத்துள்ளன. உணர்நீட்சிகளைத் தொடர்ந்து இரண்டாகப் பிரிந்த நான்கு இரட்டைக் கால்களைப் போன்ற தலை இணை உறுப்புகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் இரண்டு, மூன்றாம் இரட்டைகள் திரிலோபைட்டில் பாதுகாப்பாக வைக்கப்படவில்லை.

வளர்ச்சி. திரிலோபைட்டின் குஞ்சுகள் புதைபடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. முட்டையிலிருந்து முதன்முதலில் வெளிவந்த குஞ்சின் (protaspis) வடிவம் அரை வட்டமாகவும் நன்கு வளர்ச்சி பெற்ற தலையுடனும் காணப்படுகிறது. இளவுயிரி வளரும்போது வயிற்றுப்பகுதி முதலில் தோன்றிப் பிறகு மார்புக் கண்டங்கள் வளருகின்றன. இளவுயிரிப் பருவத்தில் உள்ள இணை உறுப்புகளைப் பற்றித் தெளிவாக அறியப்படவில்லை.

துணைநூல். A.J. Marshall anmd W.D. Williams, *Text Book of Zoology*, Vol I, ELBS, London, 1982.

திருக்கம்

சுழல் இயக்கத்திலுள்ள நீட்டப்பட்ட பொருளின் மீது செயல்படும் விசையின் விளைவு அவ்விசையின் அளவையும், திசையையும் மட்டுமல்லாமல் அதன் செயல் பாட்டையும் பொறுத்தது. ஓர் அச்சைப் பொறுத்து விசையின் காரணமாகப் பொருளில் ஏற்படும் சுழற்சி விளைவின் அளவு திருக்கம் (torque) எனப்படும்.



இவ்வளவு, விசை (F) மற்றும் செயல்கோட்டிலிருந்து சுழலும் புள்ளிக்கான செங்குத்துத் தொலைவு (D) இவற்றின் பெருக்கற்பலன் ஆகும். அதாவது திருக்கம் 'T' = FD. திருக்கம் செயல்படும் புள்ளியில் முறுக்கத்தையும் அதன் காரணமாகச் சுழற்றியையும் ஏற்படுத்தும். திருக்கம், விசையினாலோ உருளையின் தொடுகோட்டில் செயல்படும் விசைகளினாலோ ஒரு புள்ளியில் செயல்படும் விசை அமைப்பிலிருந்தோ தோன்றக்கூடும். இருசமமான இணையான ஆனால் எதிரெதிர்த் திசைகளில் செயல்படும் இரு சம விசைகள் திருக்கத்தையோ மையப்புள்ளி பற்றிய இயக்கத்தையோ தோற்றுவிக்கக்கூடும். கட்டமைப்பில் திருக்கம் தண்டின் குறுக்காகச் செயல்படும் முறுக்கு, சறுக்குப் பெயர்ச்சி விசைகளின் கூடுதலாகும்.

- ஜா.சுதாகர்

துணைநூல். Donald E. Tilley and Walter Thumm, *Physics for College Students*, Cummings Publishing Company, California, 1976.

திருக்கம் (விலங்கியல்)

மெல்லுடலிகளின் உடலில் பொதுவாக இருபக்கச் சமச்சீர்மை (bilateral symmetry) காணப்படுகிறது. ஆனால் வயிற்றுக்காலிகளில் இத்தகைய சமச்சீர்மை நிலை இல்லை. உள்ளுறுப்பு, வெளி உறைப் பகுதி ஆகியவை இளவுயிரிகளில் 180^0.கடிகார எதிர்ச் சுற்றுமுறையில் தாம் அமைந்திருக்கும் முறையை விட்டு விலகிச் சுழல்கின்றன. இத்தகைய சுழற்சி, திருக்கம் (torsion) எனப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சியின்போது தலைப்பகுதியும், கால் பகுதியும் நிலையாக இருக்கும். ஆனால் புறத்தோல் மடிப்புக்குழி (mantle cavity) உடலின் முன்பக்கமாகவும், ஓடும் (shell) உடலின் உள்ளுறுப்புத் தொகுதிகளும் சுழன்று முருகிப் பின்னோக்கியும் அமைந்திருக்கும். திருக்கத்தின் விளைவாக வயிற்றுக்காலிகளில் இச்சமச்சீர்மையற்ற நிலை தோன்றுகிறது.

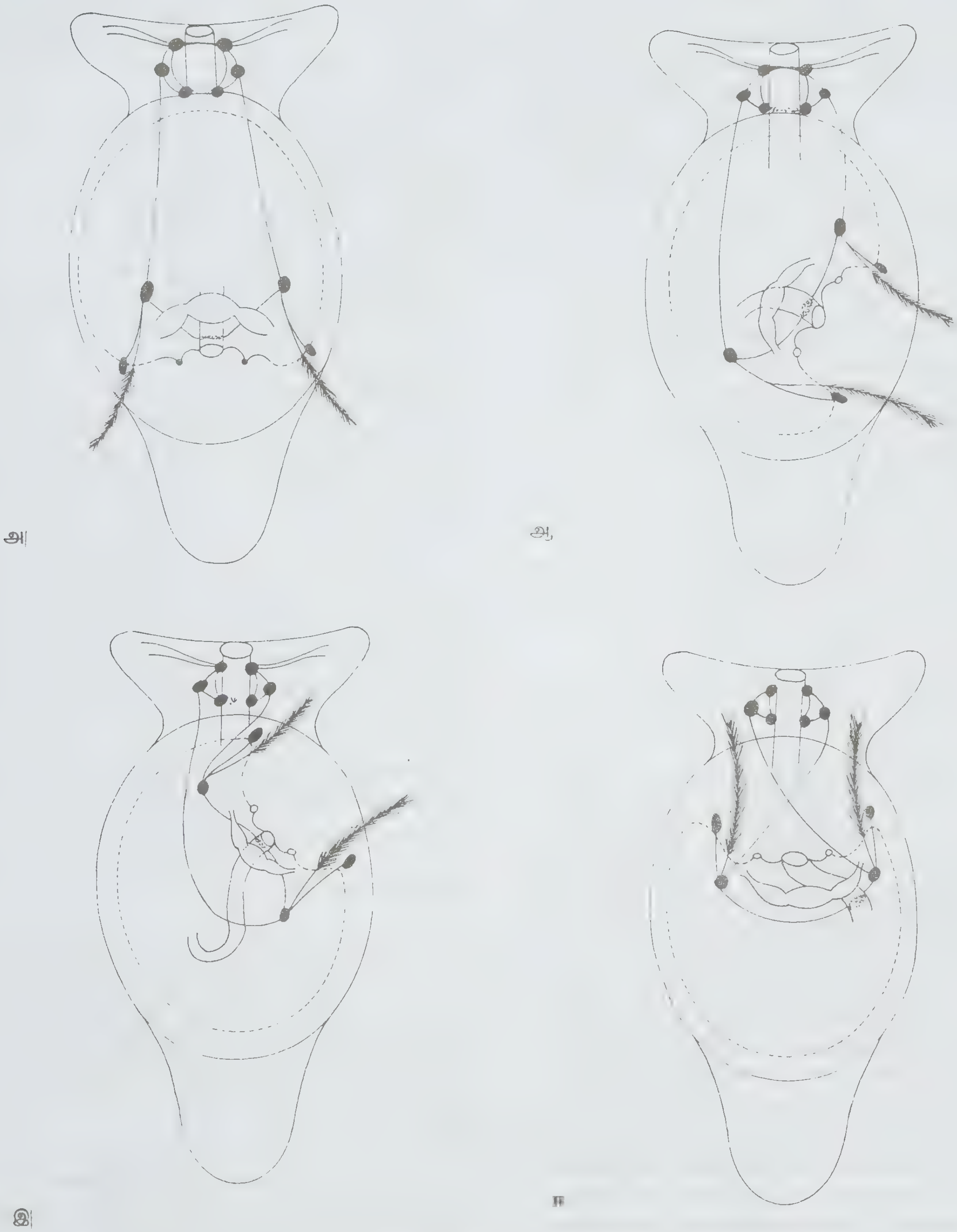
வயிற்றுக்காலிகளில் திருக்கத்தினால் உண்டாகும் உடல் அமைப்பை முதன்முதலாக ஸ்பென்ஜெல் என்பார் கண்டறிந்தார். திருக்கத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு வயிற்றுக்காலிகளை ஸ்ட்ரெப்டோனியூரா, யூதையூரா என்னும் இரு துணைவகுப்புகளாகப் பிரித்தார்.

வயிற்றுக்காலிகளின் உடலில் தலை-கால் பகுதிக்கு அடியில் உள்ள கழுத்துப் பகுதியில் திருக்கம் உண்டாகிறது. திருக்கமும், திருகு முறையில் ஓடு அமைந்துள்ளமையும் வெவ்வேறு நிகழ்ச்சிகளாகும். திருக்கம் உண்டாவதற்கு முன்னர் இளவுயிரியின் உடலில் இருபக்கச் சமச்சீர்மை காணப்படுகிறது. இவற்றில் புறத்தோல் மடிப்புக் குழி உடலின் பின் பகுதியை நோக்கி அமைந்திருக்கும். உணவுப்பாதை நேராகவும், மலப்புழை உடலின் பின் பகுதியிலும் இருக்கும்.

திருக்கத்தின்போது புறத்தோல் மடிப்புக்குறி மலப்புழை, செவுள், கழிவுநீரகப் புழை ஆகியன சிறிது சிறிதாக இடப் புறத்திலிருந்து வலப்புறமாகக் கடிகார எதிர்ச்சுற்று முறையில் நகர்கின்றன. முதலில் பக்கவாட்டுப் பகுதியை நோக்கியும் பின்பு முன் பக்கவாட்டுப் பகுதியை நோக்கியும், இறுதியாக நேர்முன்பகுதியை நோக்கியும் இவை நகர்கின்றன.

பொதுவாக இளவுயிரியின் வலப் பக்கத்தில் வளர்ச்சி தடைப்படுவதாலும் இடப்பக்கத்தில் உள்ள உள்ளுறுப்புத் தொகுதிகள் மிகை வளர்ச்சி அடைவதாலும் பக்கத் திருக்கம் உண்டாகிறது எனக் கூறுவர். ஆனால் அக்மேயா (*Acmaca*) என்னும் இனத்தில் இத்திருக்கம் இரண்டு அல்லது மூன்று நிமிடங்களுக்குள் முடிந்துவிடுவதால் மேற்கூறிய கருத்து ஐயத்திற்கிடமாக உள்ளது. இந்நிகழ்ச்சியின் போது வலப்பக்கத்தில் மட்டுமே உள்ள சுருங்கு தசைகள் பெரும்பங்காற்றுகின்றன. இத்தசைகள் சுருங்குவதால் வலப்பக்கத் திருக்கம் உண்டாகிறது.

திருக்கத்திற்குப்பின் உடல் உறுப்பு அமைப்பில் பல்வேறு மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. உடலில் பின்பகுதியின் காணப்பட்ட மலைப்புழை, இதயம், செவுள், உறிஞ்சி, கழிவுநீரகப் புழை, புறத்தோல் மடிப்புக்குழி ஆகியன ஒரே தொகுதியாக உடலின் முன்பகுதிக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுத் தலைக்குப் பின்னால் அமைகின்றன. இதயக் கீழறை இந்நிலையில் மேலறைக்குப் பின் பகுதியில் இருக்கும்.



அ. திருக்கம் அடையாத வயிற்றுக்கோலி

1. வாய், 2. இட மூளை நரம்புச் செல் திரட்சி, 3. இட உள்ளுடல் நரம்புச் செல் திரட்சி, 4. இடக்கால் நரம்புச் செல் திரட்சி, 5. உணவுக்குழல் நரம்பு வளையம், 6. புறத்தோல் படல விளிம்பு, 7. இடக் குடல் நரம்புச் செல் திரட்சி, 8. உள்ளுடல் குடல் நரம்புச் செல் திரட்சிகளின் இணைப்பு , 9. உள்ளுறுப்பு நரம்புச் செல் திரட்சி, 10. இட இதய மேலறை 11. இதயக் கீழறை, 12. மலப்புழை, 13. உறிஞ்சி, 14. இடக் கழிவு நீரகப்புழை, 15. இடச் செவுள், 16. கால், 17. உள்ளுடல் - குடல் நரம்புச் செல் திரட்சிகளின் இணைப்புகள் குறுக்காக அமைதல், 18. புறத்தோல் மடிப்புக்குழி

ஆ,இ திருக்கத்தின் இருநிலைகள்

ஈ முழுமையாகத் திருக்கமடைந்த நிலை,

வளைவுகளற்ற குடல் பகுதி வளையக் குடலாக மாறும். நேராக இருபுறங்களிலும் காணப்பட்ட உள்ளுடல் நரம்பு இணைப்பு 8 என்னும் எண்ணின் வடிவத்தில் ஒன்றின்மீது ஒன்று குறுக்காக அமைந்திருக்கும். இதன் வலப்புற இணைப்பும், நரம்புச் செல் திரட்சியும் குடலுக்கு மேலாகச் சென்று குடல்மேல் நரம்பாகவும், இடப்புற இணைப்பு குடலுக்குக் கீழாகச் சென்று குடல்கீழ் நரம்பாகவும் மாறுகின்றன. உள்ளுறுப்பை முறுகியும், ஒட்டுப்பகுதி வயிற்றுப் புறமாகவும் அமைகின்றன. இத்தகைய மாற்றங்களால் இளவுயிரியின் இருபக்கச் சமச்சீர்மை மறைந்து சமச்சீர்மையற்ற முதிர்ந்த உடலிகள் தோன்றுகின்றன.

திருக்கத்தின் பயன்களைப் பற்றிப் பல்வேறு கொள்கைகள் நிலவுகின்றன. கார்ஸ்டாங்கின் கருத்துப்படி திருக்கம் இளவுயிரிகளில் ஏற்படும் பயனுள்ள திடீர்மாற்றத்தின் விளைவாகும். ஆனால் முதிர்ந்த வயிற்றுக்காலிகளில் இதனால் எத்தகைய பயனும் இல்லை. இளவுயிரிகளின் புறத்தோல் மடிப்புக்குழி பின்புறம் நோக்கி அமைந்துள்ளமையால் முற்பகுதியில் உள்ள தலை, உள் நாக்குப் பகுதிகளை உள்ளிழுத்து எதிரிகளிடமிருந்து காப்பாற்றிக் கொள்ள முடிகிறது. திருக்கத்தினால் புறத்தோல் மடிப்புக்குழி உடலின் முன்பகுதியை நோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது. இதனால் தலை, உள்நாக்கு ஆகியன புறத்தோல் மடிப்புக் குழிக்குள் பேரிடர் காலங்களில் உள்ளிழுக்கப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில் மலப்புழை, கழிவுநீரகப்புழை ஆகியன வாய் தலைப் பகுதிகளின் அருகே கழிவுகளை நீக்குகின்றன. இந்நிலை சுவாசத்திற்குப் பயன்படும் தூய்மையான நீரையும், உணவுப்பொருள்களின் தன்மையையும் கெடுப்பதால் முதிர்ந்த விலங்குகளில் திருக்கம் நன்மை விளைவிப்பதில்லை. எனினும் மலப்புழை, கழிவுநீரகப்புழை ஆகியன ஒட்டுப்பகுதியில் அமைந்துள்ள துளைகளுக்கு அருகில் காணப்படும். இத்தகைய ஒட்டுப்பகுதித் துளைகள் அனைத்து நத்தை இனங்களிலும் காணப்படுவதில்லை. கார்ஸ்டாங்கின் இக்கொள்கை மெல்லுடலியலாரான கிரா.்.ப்ட்ஸ், யான்ங், ஈல்ஸ் ஆகியோரால் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளது.

மாட்டன் என்னும் மெல்லுடலியலார் முதிர்ந்த மெல்லுடலிகளுக்குத் திருக்கத்தினால் பல பயன்கள் விளைகின்றன என்று கூறியுள்ளார். இந்நிகழ்ச்சியினால் உடலின் அனைத்து உறுப்புத் தொகுதிகளும் இம்மெல்லுடலியின் அடிப்பகுதியை வந்தடைவதால் இது உறுதியாகத் தன் அடிப்பரப்பின் மேல் நகர அல்லது நிலையாக இருக்க இயலுகிறது. மேலும் புறத்தோல் மடிப்புக்குழி தலைப்பகுதியின் மேற்புறமாக முன்னால் அமைந்துள்ளமை, எதிர்நோக்கி வரும் நீரோட்டம் சுவாசத்திற்கு ஏற்றதாகவும், கழிவுப் பொருள்களை உடனுக்குடன் தலைப்பகுதியின்று நீக்குவதற்கும் துணை புரிகிறது. மேலும் திருக்கத்தின் உதவியால் உடலின் முன்பகுதியை வந்தடைந்த உணர் உறுப்பினால் இவ்விலங்கு நீரின் தன்மையை உணர்ந்து கொள்ள முடிகிறது.

ஒரு சில வயிற்றுக்காலிகளில் திருக்கம் இடையூறாக உள்ளமையால் மீண்டும் பின்திருக்கம் உண்டாகிறது. இதன் காரணமாகத் திருக்கத்தினால் முன்பகுதியை அடைந்த உடற்பகுதிகள் மீண்டும் பின்னோக்கித் திரும்ப நேரிடுகிறது. யூதைனியூரா என்னும் துணை வகுப்பில் உள்ள வயிற்றுக் காலிகளில் இத்தகைய பின்திருக்கம் குறிப்பிடத்தக்கது.

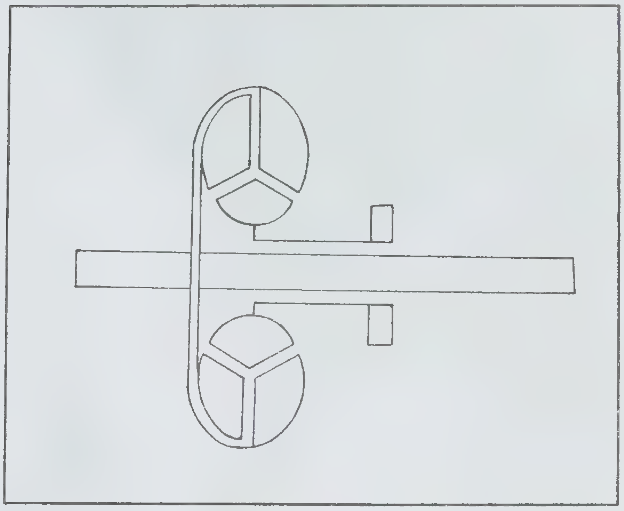
துணைநூல். L.H. Hyman, *The Invertebrata - Mollusca I*, McGraw Hill Book Company, New York, 1967.

திருக்க மாற்றி

ஓர் உள்ளீட்டு அச்சுத்தண்டு, ஒரு வெளியீட்டு அச்சுத்தண்டு ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள எந்திர லாபத்தையோ திருக்க-வேக விகிதத்தையோ மாற்றப் பயன்படும் கருவியே திருக்க மாற்றி (torque converter) எனப்படுகிறது. நீரியல் திருக்க மாற்றி ஒரு தன்னியக்கத் தொடர் மாறும் திருக்க மாற்றி ஆகும். இது வடிவமைப்பில் பாய்மச் சமனுருளையை (fly wheel) ஒத்திருக்கும்.

நீரியல் திருக்க மாற்றியின் இயக்கம். இதன் உள்ளீட்டு அச்சுத்தண்டின் மேல் ஓர் உந்தி (impeller) காணப்படும். இவ்வுந்தியில் காணப்படும் இதழ்கள் (vanes) பாய்மத்தைச் சுழல் அச்சுக்கு அருகிலிருந்து வெளி ஓர

விளிம்பிற்கு (rim) வெளியேற்றும். மிகு ஆற்றலைக்கொண்ட பாய்மம் உந்தியை விட்டு வெளியேறி வெளியீட்டு அச்சுத்தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் சுழலியின் அலகுகளை (blades) மோதும்.



படம். நீரியல் திருக்க மாற்றி

இவ்வாறு மோதிய பாய்மத்தின் ஆற்றலைக் கொண்டு சுழலி இயங்கும். பாய்மத்திலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றலைச் சுழலி விசையாக மாற்றும். இவ்விசை பற்சக்கரங்களை இயக்கவும் சக்கரங்களை இயக்கும் அச்சுத்தண்டுகளை இயக்கவும் பயன்படுகிறது. பின் சுழலியை விட்டுப் பாய்மம் வெளியேறி வினைகலனை (reactor) அடையும். வினைகலன் அலகுகள் அனைத்தும் சட்டத்தோடு நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பாய்ம ஓட்டத்தை அவை திசை திருப்புவதுடன் பாய்மத்தை மீண்டும் உந்திக்குத் திருப்பிவிடும்.

சிறப்பியல்புகள். ஓர் எந்திரவியல் திருக்க மாற்றியில் உள்ளீட்டு ஆற்றலும் வெளியீட்டு ஆற்றலும் ஏறக்குறைய சமமாக இருக்கும். திருக்கம் சுழல் வேகம் இவற்றின் பெருக்கற் பலனே ஆற்றல் ஆகும். T_1 மற்றும் T_0 என்பன முறையே உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டுத் திருக்கங்கள் எனலாம். N_1 மற்றும் N_0 என்பன முறையே உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டுச் சுழல் வேகங்கள் எனலாம். K என்பது பற்சக்கரத் தொடரின் திறன் எனலாம். உள்ளீட்டு ஆற்றல் T_1N_1 எனவும், வெளியீட்டு ஆற்றல் T_0N_0 எனவும் இருப்பின் $T_1N_1 = K\,T_0N_0$ என நிறுவலாம். ஒரு நீரியல் திருக்க மாற்றியில் பாய்மம் நுழையும்போதும் வெளியேறும்போதும் அலகுகளில் உண்டாகும் கோணங்களைப் பொறுத்தே அதன் திறன் அமையும்.

- இரா.இந்து

திருக்கை

குருத்தெலும்பு மீன் வகையில் அடுக்குச் செவுள் மீன் பிரிவில் செலாச்சி என்னும் வரிசையில் பட்டாய்டியே என்னும் துணை வரிசையில் திருக்கை மீன் (ray fishes) அடங்கும். பட்டாய்டியே என்பது கழுத்துக்குக் கீழ் செவுள் உடைய மீன்களின் பிரிவைக் குறிக்கும்.

திருக்கைகள்

1. முள்முதுகு மீன் (Raja clarata)
2. கொடுக்கு மீன் (Dasyais pastinaca)
3. கிதார் மீன் (Rhinobatos products)
4. மின் திருக்கை மீன் (Torpedo mamorata)
5. மந்தா திருக்கை (Manta lisostris)
6. கழுகுத் திருக்கை (Myliobatis agcuila)
7. வாள் சுறா (Prifis pectinatus)

ஸ்கேட்ஸ் வகைத் திருக்கை உடல், முதுகுப் புறத்திலிருந்து மார்புப் புறமாகத் தட்டையாக்கப்பட்டிருக்கும். செவுள் பிளவுகள் (gill clef ts) மார்புப் பக்கம் அமைந்துள்ளன. தோள் துடுப்புகள் (pectoral girdle) உடலில் இரு பக்கங்களுடன் இணைந்துள்ளன. திருக்கை மீன் கடலின் அடியில் வாழும் முறைக்கேற்பச் சிறப்புப் பண்புகள் பெற்றுள்ளது. இது குறிப்பாக நத்தை வகைகளையும் கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகளையும் உட்கொண்டு வாழ்கிறது.

சில திருக்கை மீன்களின் உடல் தகடு போன்று தட்டையாக்கப்பட்டி ருக்கும். தோள் துடுப்புகள் இரண்டும் அகன்றும் கண்கள் தலையின் மேற்பரப்பிலும் காணப் படும். சுவாசத்திற்குத் தேவையான நீர், வாயின் வழியாகச் செல்லாமல், சுவாசத் துளையின் வழியாக உள்ளு றிஞ்சப்படுகிறது.

திருக்கை மீன் வகைகள்

டிரைகான். கொட்டும் திருக்கை (sting ray) எனப்படும் இது நீண்ட, மெல்லிய சாட்டை போன்ற வாலைக் கொண்டுள்ளது. இதனடியில் காணப்படும் நச்சு மூள்ளைக் கொடுக்கு (sting) என்பர். இதைக் கொண்டு தன் எதிரிகளையும் இரையையும் திருக்கை மீன் தாக்குகிறது.

நார்சைன் (narcine). மின் திருக்கை எனப்படும் இதன் தகடு போன்ற உடலின் இரு பக்கங்களிலும் மார்புத்தசைகளின் மாற்றத்தால் உண்டான மின்னுறுப்புகள் (electric organs) அமைந்திருக்கும். இவ்வுறுப்புகள், கண்டங்களாக அமைக்கப் பட்டுள்ள தசை நார்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை மின் கலங்களாகச் (battaries) செயல்படுகின்றன. இம்மீன், மின்னுறுப்புகளிலிருந்து மின்சாரத்தை வெளியேற்றி, எதிரியையும், இரையையும் தாக்கும்.

டார்ப்பிடோ (jorpedo). மின்சாரத் திருக்கை எனப்படும் இதன் உடலில் இரு மின்னுறுப்புகள் உள்ளன. இவை, தகடு போன்ற உடலின் இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கொன்றாகத் தலைக்கும், மிகவும் அகன்ற தோள் துடுப்புகளுக்கும் இடையே இடம் பெற்றுள்ளன.

ஒவ்வொரு மின்சார உறுப்பும் நீள் வரிசைகளில் அடுக்கப்பட்ட அறு கோணமுடைய செல்களால் ஆனது. இச்செல்களின் ஒவ்வொரு நேர் வரிசையும், மற்றொன்றிலிருந்து இணைத்திசுவால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் ஒவ்வொரு செங்குத்தான அணி வரிசையும் (vertical column) குறுக்குத் தடுக்குகளால் (horizontal septa) பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வொவ்வொரு தொகுதியும் கூழால் நிரப்பப்பட்டு மாற்றியமைக்கப்பட்ட தசைநார்களாலான மின்தகட்டைக் (electric plate) கொண்டிருக்கும். இத்தகடுகளின் ஒரு புறத்தில் நேர் மின்சாரமும்(positive) மற்றொரு புறத்தில் எதிர் மின்சாரமும் (negative) உண்டாகி ஒன்று சேர்ந்து மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. டார்ப்பிடோ மீன் மின்னுறுப்புகளிலுள்ள மின்சாரத்தைக் கொண்டு விலாங்கு, நாக்கு மீன் போன்றவற்றைச் செயலிழக்கச் செய்து உணவாகக் கொள்கிறது.

வாள் சுறா. (Saw fish) இம்மீனின் மூக்குப் பகுதி நீண்டு, வாள் போன்று காணப்படும். இந்நீண்ட பகுதியின் இரு புறங்களிலும் பற்கள் உள்ளன. மீன் இரை தேடிக் கொல்வதற்கும், எதிரிகளைத் தாக்குவதற்கும் பற்கள் பயன்படுகின்றன.

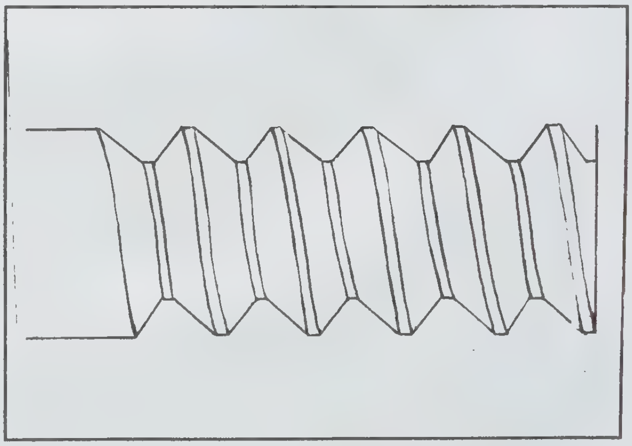
கழுகுத் திருக்கை (Eagle say). இதன் கருப்பை ஒருவித அல்புமின் நீர்மத்தைச் சுரக்கிறது. இது, சுருளின் சுவாசத் துளைகள் மூலம் வெளி நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் செவுள் இழைகளால் உள்ளுறிஞ்சப்படுகிறது.

உழுமீன் அல்லது ஏர் மீன் (Plaugh fish). இது கடல் நீரின் அடிப்பகுதியில் வாழக்கூடியது. இதன் மூக்கு உணவுப் பழக்கங்களுக்கேற்ப நீண்டு அமைந்துள்ளது. இம்மீன் மணலில் புதைந்து கிடக்கும் மெல்லுடலிகளை உட்கொண்டு வாழ்கிறது.

- கோ. லட்சுமணன்

திருகு

சுருளைக் காடியாக வெட்டப்பட்ட ஓர் உருளையான உடலகமே திருகு (screw) எனப்படுகிறது. இதை உருளை அல்லது கம்பியில் சுற்றப்பட்ட சாய்தளம் எனலாம். அறிவியலாரும் பொறியியலாரும் இதை ஓர் இலகு எந்திரமாக வகைப்படுத்தினர். இது இரு முதன்மை உறுப்புகளை உடையது. அவை தலைப்பகுதி, (head portion), உடலகப் பகுதி (body portion) என்பன. தலைப்பகுதியின் கீழ் உடலகப் பகுதி காணப்படும். உடலகத்தின் மேல் காணப்படும் சுருள் பகுதி (spiral part), புரி (thread) எனப்படுகிறது.



படம் 1. திருகு

உடலகத்தின் மையக்கோடு அச்சு (axis) எனப்படுகிறது. பொருளின் மீது திருகியை வைத்துத் திருப்புளியைக் (screw driver) கொண்டு ஒரு முழுச் சுற்றுச் சுற்றினால், புரியுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள பொருள் திருகியின் அச்சு வழியே பொருளினுள் ஊடுருவும். புரியின் முகடுகளுக்கு (crest) இடையே உள்ள தொலைவு புரியிடைத் தொலைவு (pitch)

எனப்படுகிறது. ஒரு சுற்றுக்குத் திருகி தம் அச்சின் வழியே பொருளை ஊடுருவிச் செல்வது, திருகின் முன்னேற்றம் (lead of the screw) எனப்படுகிறது.

அடிப்படை. சிறு விசையின் மூலம் சுமையை உயர்த்தவே திருகுகள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. திருகியை ஒரு சுற்று திருகும்போது அதன் மேலுள்ள ஒரு புள்ளி நகரும் தொலைவு திருகியின் சுற்றுவரை (circumference of the screw) எனப்படுகிறது. இது சுற்றில் திருகு செய்த பணி (work done-w).

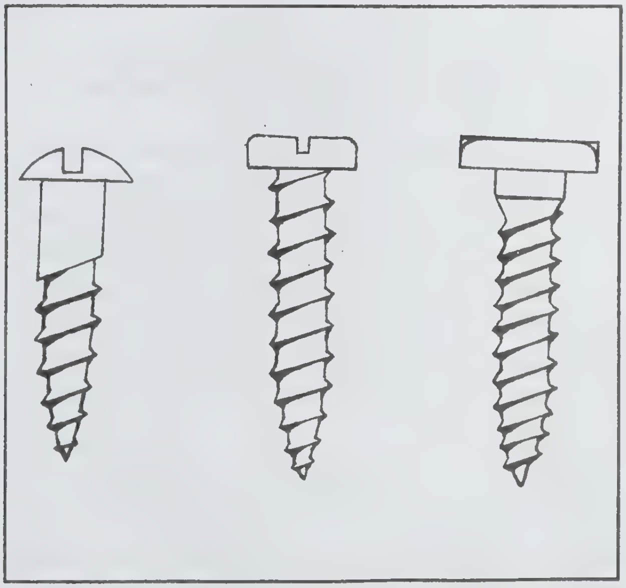
$$W = F \times 2\pi r$$

இதில் F - திருகிக்குத் தொடுவரையில் கொடுக்கப்படும் விசை

$2\pi r$ - திருகியின் சுற்றுவரை

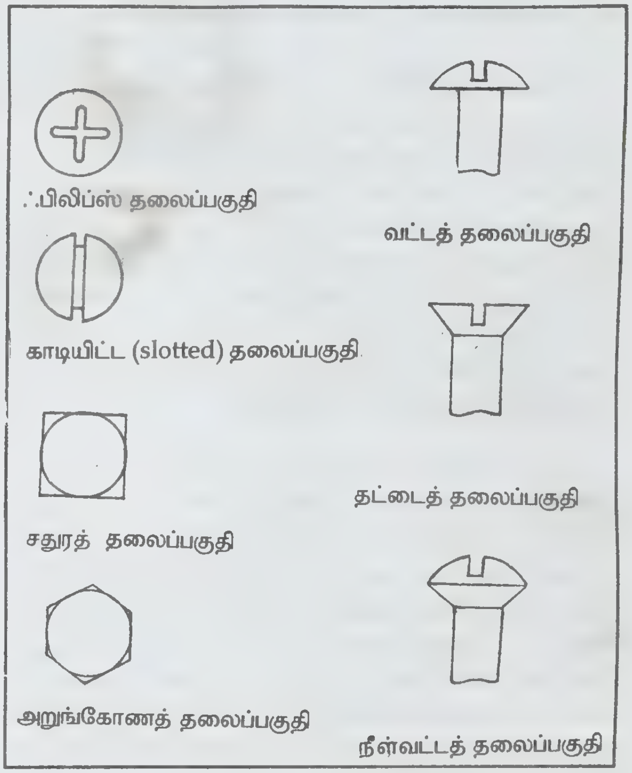
வகைகள் (center type). திருகுகள் தன்-புரியிடும் திருகுகள் (self-tapping screws), மரையாணி மற்றும் எந்திரத் திருகுகள் (bolt and machine screws) என இரு வகைப்படுகின்றன.

தன்-புரியிடும் திருகுகள். இவை இணைக்க வேண்டிய பொருளினுள் புரிகளைத் தானே உண்டாக்கிக் கொள்ளும். எ-டு : மரத்திருகுகள் (wood screws), தகட்டு உலோகத் திருகுகள், மர உள்வரித் திருகுகள் (lag screws) என்பன. இவை புரிகளை வெட்ட வசதியாக கூர் முனைகளை உடையன.



படம் 2. தன்-புரியிடும் திருகுகள்

மரத் துண்டுகளை இணைக்கப் பயன்படும் திருகுகள் மரத் திருகுகள் எனப்படுகின்றன. இவற்றை ஒரு திருகு குறடைக் (wrench) கொண்டு இயக்கலாம். இவை பொதுவாக மரத்தாலான பரப்பில் கன எந்திரத் தொகுதியை இணைக்கப் பயன்படுகின்றன.



படம் 3. திருகுகளின் தலைப் பகுதிகள்

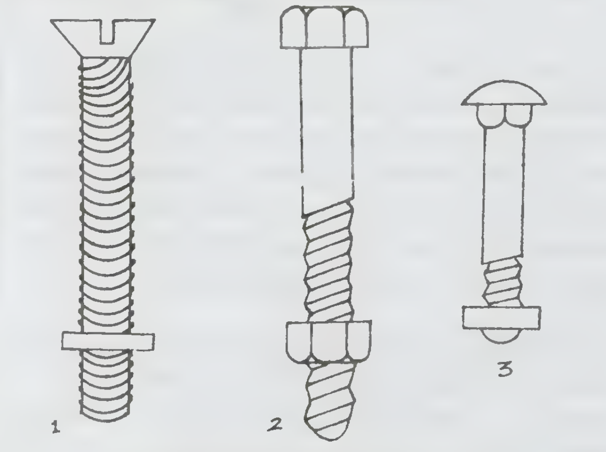
மரத் திருகுகள் கூரான புரிகளையும் கூரான முனைகளையும் உடையன. இவற்றைக் கொண்டு மரத்தினுள் நுழையத் தேவையான வழியைத் தாமே வெட்டிக் கொள்கின்றன. எனவே இத்திருகுகள் மரத்தினுள் நுழையப் புரியிட்ட துளை (tapped hole) தேவையில்லை. மாறாக, துரப்பணம் (drill) போன்ற ஒரு துணைக் கருவியைக் (total) கொண்டு துளையை உண்டாக்க வேண்டும்.

மென் பொருள்களில் ஒரு திருப்புளியைக் கொண்டே திருகியை செலுத்தலாம். கடினப்பொருள்களில் ஒரு சிறு கூர் துளையை உண்டாக்கிப் பின் திருகியைச் செலுத்த வேண்டும். சில திருகுகளின் தலைப்பகுதியின் மையத்தில் ஒரு காடி காணப்படும். இவற்றை ஒரு திருப்புளியைக் கொண்டு இயக்கலாம். சில திருகுகளில் ஃபிலிப்ஸ் என்னும் X வடிவக் காடிகள் காணப்படும். இவற்றை X வடிவ முனையைக் கொண்ட திருப்புளியைக் கொண்டு இயக்கலாம்.

பொதுவாகத் தகட்டு உலோகத் திருகுகள் உலோகங்களை இணைக்கப் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் புரிகள் கடினமாகவும் மிகு நீளமாகவும் இருக்கும். மர உள்வரித் திருகுகள் சதுர தலைப்பகுதிகளையும், காடியற்ற தலைப்பகுதிகளையும் உடையன. பல தொழிற்சாலைகளில் தன்புரியிடும் திருகுகளே மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

எந்திரத் திருகிகள். தன்-புரியிடும் திருகிகளைப் போலல்லாமல் இவை கூர்முனைகளைக் கொண்டிரா. இத்திருகுகளை உலோகத்தினுள் செலுத்த, புரியிடப்பட்ட துளைகளை உண்டாக்க வேண்டும். ஒரு துளையின் உட்பரப்பில் புரிகள் வெட்டப்பட்டிருப்பின் அது புரியிட்ட துளை எனப்படுகிறது. இத்துளையினுள் திருகியை திருகினால், அது உட்செல்லும் திருகியின் மேலுள்ள புரிகள் துளையின் உட்புறத்தில் வெட்டப்பட்ட புரிகளால் பிடிமானமாக வைக்கப்படும். இவ்வகைத் திருகுகள் உலோகப் பகுதிகளை இணைக்க மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

சில உலோகப் பகுதிகளை இணைக்கத் திருகும், மரையும் (nut) பயன்படுகின்றன. மரை என்பது ஒரு புரியிடப்பட்ட துளையுடைய ஒரு சிறு உலோகத் துண்டாகும். திருகியை மரையுடன் பயன்படுத்தும்போது திருகி, மரையாணி (bolt) எனப்படுகிறது. இணைக்கவேண்டிய துண்டுகளுக்கு இடையே மரையாணியைச் செலுத்த வேண்டும். மரையாணியின் பிறிதொரு முனையில் மரையைத் திருக வேண்டும். திருகு மற்றும் புரியிட்ட துளைகளால் இணைக்கப்பட்ட பகுதிகளைப் பிரிப்பதும், மீண்டும் இணைப்பதும் எளிது.



1. கணப்படுப்பு மரையாணி (stove bolt),
2. வண்டி மரையாணி (Carriage bolt),
3. எந்திரத் திருகி.

படம் 4. எந்திரத் திருகுகள்

பயன்கள். திருகுகள் பொருள்களை இணைப்பதற்கு மட்டுமல்லாமல் எந்திரங்களாகவும் பயன்படுகின்றன. ஒரு பெரிய சுமையை ஒரு சிறு தொலைவிற்கு நகர்த்த சிறிய திறனை நீண்ட தொலைவிற்கு நகர்த்த வேண்டும். எ-டு: தானியங்கியை (car) உயர்த்தப் பயன்படும் தானியங்கித் தூக்கி (car jack). காண்க: எந்திரம்.

தானியங்கித் தூக்கி மாபெரும் திருகி (giant screw) ஆகும். இதன் ஒரு முழுச் சுற்று, தானியங்கியைச் சிறிதளவிற்கு உயர்த்தும். தானியங்கியின் உயர்த்தப்பட்ட உயரம் திருகின் புரியிடைத் தொலைவிற்குச் சமமாகும். கனசுமை (heavy weight) கொண்ட தானியங்கியை உயர்த்தத் தேவைப்படும் திறன் குறைவேயாகும்.

படம் 5. திருகு வகைக் கப்பல் செலுத்தி

கப்பல் செலுத்தியும் ஒரு திருகியே ஆகும். ஒவ்வோர் அலகையும் ஒரு சுருள் இடைவரம்பின் (ridge) ஒரு பகுதியாகக் கருத வேண்டும். கப்பலின் நீரைப் பின் தள்ளுவதால், எதிர்த்திசையில் ஓர் எதிர்ச் செயல் உண்டாகி, அது கப்பலை முன் செலுத்தும். செலுத்தியின் செயல்பாடு, செலுத்தியின் முன்பகுதியிலுள்ள நீரின் அழுத்தத்தைக் குறைக்கும். இதன் விளைவாகப் பின் பகுதியிலுள்ள மிகுதியான நீரழுத்தம் கப்பலை முன்செலுத்தப் பயன்படுகிறது.

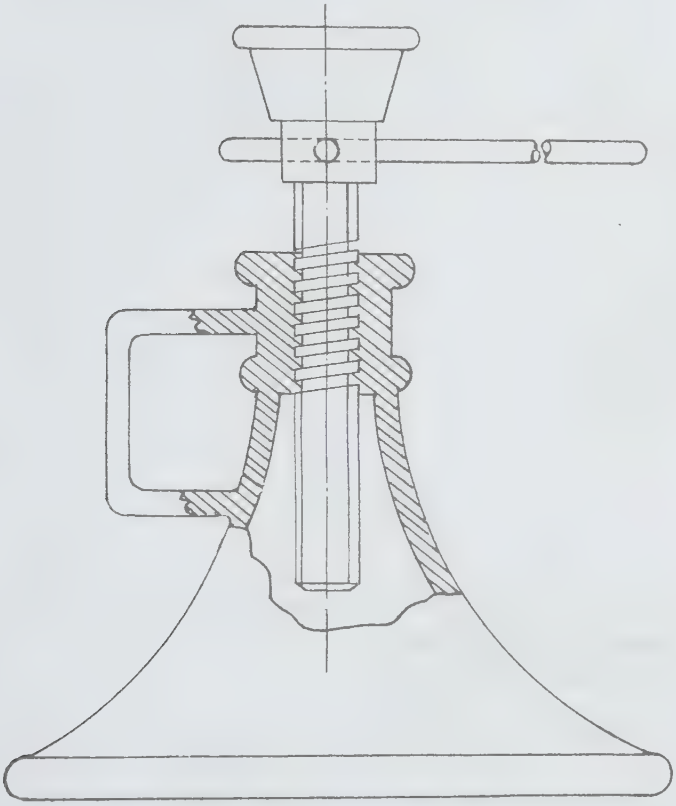
திருகு, பயன்படுத்தப்படும் பொருளின் மீது எவ்வீதச் சேதத்தையும் உண்டாக்காமல் இருக்க, அடைவளையத்தினுள் (washer) உள்ள துளையினுள் நுழைக்கப்படுகிறது. பூட்டு அடைவளையத் திருகுகளில் ஒரு

வளைந்த அல்லது பற்களையுடைய முனையைக் கொண்ட ஓர் அடை வளையம் இருக்கும். திருகியை உள்ளே நுழைக்கும்போது திருகு மற்றும் அது பயன்படும் பரப்பு இவற்றிற்கிடையே உள்ள உராய்வைப் பூட்டு அடைவளையம் உண்டாக்கும். இவ்வுராய்வு, திருகியை நிலையாக வைத்திருக்கப் பயன்படுகிறது. மேலும் பட்டறைப் பிடிப்புக் குறடுகளைத் (vises) திறக்கவும்,மூடவும் திருகுகள் பயன்படுகின்றன. கனமான கட்டங்களை உயர்த்தவும், பல கன எடைகளை நிலையாக வைத்திருக்கவும் தூக்கு திருகுகள் (jack screws) பயன்படுகின்றன. நுண்ணளவில் (micro meters) நுண்புரிகளையுடைய திருகுகள் பயன்படுகின்றன.

- இரா. இந்து

திருகு உயர்த்தி

இது பொதுவாகப் பளுவான பொருள்களைக் குறைந்த உயரத்திற்கு உயர்த்தப் பயன்படுகிறது. இதனால் மிகு எந்திர லாபத்தின் பயனாகப் பெரும் பளுவை எளிதாக உயர்த்த முடிகிறது. திருகு உயர்த்தியில் (screw jack) உட்புறப் புரி கொண்ட உருளை ஒன்று நன்கு கனமுள்ள அடித்தட்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அப்புரிக்குத் தக்கபடி சுழல் தண்டும் (spindle), அதன் மேற்புறத்தில் கழுத்து வளையம் (collar) ஒன்றும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பளுவைத் தாங்கிக் கொள்ளவும், பளுவைத் தாங்குவதால் புரி சுழல் தண்டின் சுழலும் திறன் பாதிக்கப்படாமலிருக்கவும் கழுத்து வளையம் பயன்படுகிறது.

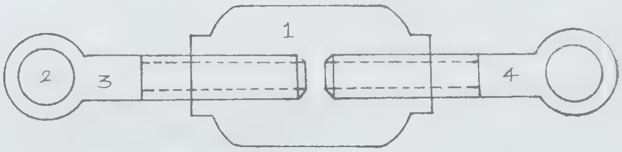


திருகு உயர்த்தி

திருகு உயர்த்தியில் பயன்படும் புரி, சதுரப் புரியாகும். இது தானாகவே பூட்டிக் கொண்டு, புரியின் பளு தாங்கும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் சுற்று நிகழாவண்ணம் பாதுகாப்பாகச் செயல்படுகிறது. சுழல் தண்டின் ஒரு முனையில் உள்ள துளையில் திருப்புளியை நுழைத்துச் சுழல் தண்டை ஒரு சுற்றுச் சுற்றினால் சுழல்தண்டு புரி இடைவெளியின் (pitch) அளவிற்கு, சுற்றின் திசைக்கேற்ப உயரும் அல்லது தாழும். சுழல் தண்டின் இரம்பப் பல் அமைப்பு மிகு பிடிப்பை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது.

- வீ. சண்முகசுந்தரம்

திருகு கொக்கி. ஒரு தண்டையோ கம்பிக் கயிறையோ இறுக்கப் பயன்படும் கருவி திருகு கொக்கி (turnbuckle) எனப்படுகிறது. இக்கருவியில் ஓர் உறைப் பகுதி இருக்கும். இவ்வுறையின் இரு முனைகளிலும் ஒரு நேர்கோட்டில் அமைந்த இரு துளைகள் உள்ளன. ஒரு துளையினுள் வலப் புரிகளுடைய திருகியும் பிறதொரு துளையினுள் இடப் புரிகளுடைய திருகியும் காணப்படுகின்றன. இக்கருவியின் வெளியில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் முனைப் பகுதிகள் (hook), கண்(eye), வளைக் கம்பி (clevis) போன்ற வடிவமைப் புகளில் ஏதேனும் ஒன்றினைக் கொண்டு அமையும்.



1. உறை
2. கண்
3. வலப்புரித் தண்டு
4. இடப்புரித் தண்டு

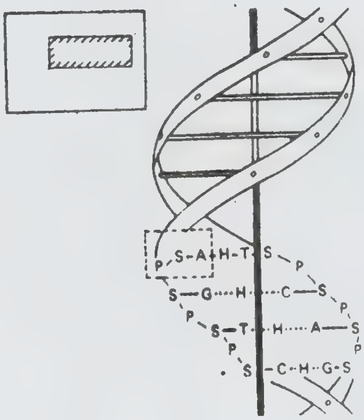
திருகு கொக்கி

இக்கருவியின் நீளத்தையோ இழுவிசையையோ தேவைக்கேற்றபடி மாற்றிக் கொள்ளலாம். இக்கருவியை ஒரு திசையில் சுற்றினால் தண்டுகளின் இரு முனைகளும் தொடர்பு கொள்ளும். பிறிதொரு திசையில் சுற்றினால் தண்டுகளின் இரு முனைகளும் விலகிச் செல்லும்.

- இரா. இந்து

திருகு சுழல்

பரப்பின் அனைத்து மூலகங்களையும் மாறாக் கோணத்தில் வெட்டுமாறு உருளை அல்லது கூம்புப் பரப்பின் மேல் அமையும் உருவரை, திருகு சுழல் (helix) என்பதாகும். ஒரு வட்ட நேர் உருளைப் (right circular cylinder) பரப்பின் மேல் அமையும் திருகு சுழல், வட்டத் திருகு சுழல் (circular helix) எனப்படும்.



DNA அணுத் திண்மம் இரண்டு திருகு சுழல்கள் பின்னிக் கொண்டுள்ளமை போல் தோன்றுதல்

மாறிலிகள் a,b யையும், சாராமாறி θ வையும் கொண்ட $x = a \cos\theta$, $Y = a \sin\theta$, $Z = b\theta$ என்னும் சமன்பாடுகள் திருகு சுழலின் துணையலகு சமன்பாடாகும். திருகாணியின் மரை (thread of a screw) திருகுச் சுழலுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். மேலும், ஒரு நேர்கோட்டுடன் ஒரே கோணத்தை உண்டாக்கும் தொடுகோடுகளை உடைய, ஒரு தளத்தி லமையாத வளைவு, திருகு சுழல் அமைப்பிலிருக்கும். வளைவுக்கும் முறுக்குக்கும் (torsion) உள்ள விகிதம் மாறாது. ஓர் உருளையில், திருகு சுழலுக்கு வரையப்படும் தொடுகோட்டிற்கும் உருளையின் உருவாக்கிக்கும் இடையேயுள்ள மாறாக் கோணம் திருகு சுழல் கோணம் (helix anglet) ஆகும். உருளையின் ஆரம் r உம் திருகு சுழற்சியினால் ஏற்படும் கோணம் sஉம் ஆனால் அதன் சமன்பாடு $x = r \cos t$, $y = r \sin t$, $z = rt \cot s$ ஆகும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

திருகு புரி

காண்க : புரி, திருகு

திருகு வானூர்தி

இதில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட சுழலிகள் படுக்கை வசமாகச் சுழலும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு சுழலியும் மூன்று அல்லது மேற்பட்ட அலகுகளைக்

கொண்டிருக்கும். அலகுகள் அனைத்தும் செங்குத்தாகவும் படுக்கை வசமாகவும் சிறிதளவு நகரும் வண்ணம் ஒரு பொது அச்சில் கீல்கள் மூலம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

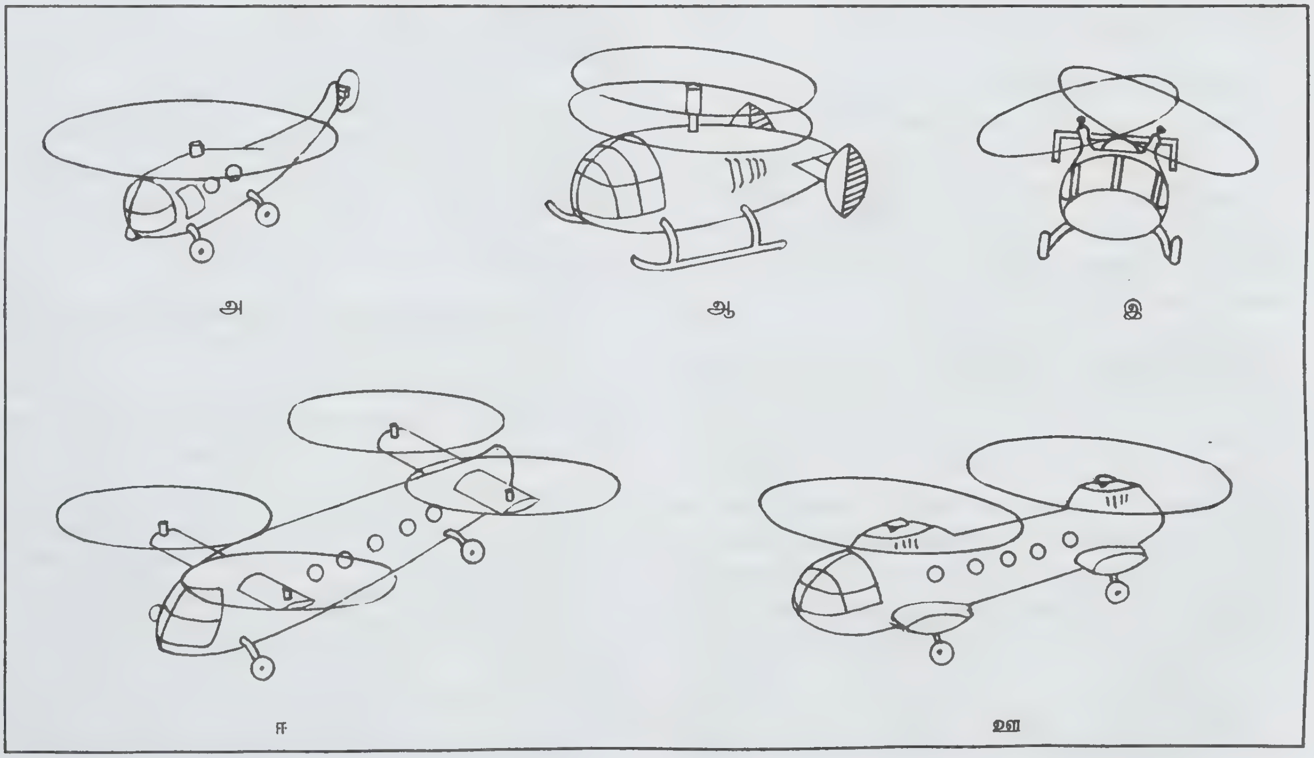
சுழலி சுழலும்போது அதிலுள்ள அலகுகள் காற்றைக் கீழ்நோக்கி உந்தித் தள்ளும். அதனால் ஏற்படும் வினையின் காரணமாகத் திருகு வானூர்தி மேலே உயர்த்தப்படுகிறது. இது உந்தம் மாறாக் கோட்பாட்டின் விளைவேயாகும். மேலும் கீழ்நோக்கித் தள்ளப்படும் காற்று செங்குத்துக்கு ஒரு கோணத்தில் தள்ளப்பட்டால் அது திருகு வானூர்தியை மேலே உயர்த்துவதோடல்லாமல் அதை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நகர்த்தவும் செய்யும்.

சுழலி சுற்றாதபோது அதன் அலகுகள் கீழ் நோக்கி வளைந்திருக்கும். அப்போது அலகுகளின் புவியீர்ப்பு மையம், கீல்கள் அமைந்திருக்கும் தளத்திற்குக் கீழே இருக்கும். அலகுகள் சுழலத் தொடங்கியவுடன் உண்டாகும் மைய விலக்கு விசை அலகுகளைக் கீல்களுக்கு இணையாகச் சுழலச் செய்கிறது. அலகுகளின் புவியீர்ப்பு மையம் சுற்றும் தளமும் கீல்கள் அமைந்திருக்கும் தளமும் ஒன்றாக இணையும். அப்போது மைய விலக்கு விசை தன் செயல்படும் திசையை மாற்றிக்கொண்டு அலகுகளை மேல்நோக்கி வளையும்படிச் செய்கிறது. அலகுகள் இவ்வாறு வளைந்து சுற்றும்போது ஒரு கூம்பு வடிவத்தை உருவாக்குகின்றன. திருகு வானூர்தி பறக்கும்போது பறக்கும் நிலைக்கேற்பக் கூம்பு வடிவத்தின் உச்சிக்கோணம் மாறிக் கொண்டேயிருக்கும்.

சுழலியை இயக்குவற்கு வேண்டிய சுற்றுந் திறன் ஒரு பற்சக்கரப் பெட்டியின் மூலம் தரப்படுகிறது. நியூட்டனின் மூன்றாம் கோட்பாட்டின்படி எந்த ஒரு வினைக்கும் ஓர் எதிர்வினை உண்டு. அலகுகளுக்குச் செலுத்தப்பட்ட சமமான சுற்றுந்திறன் அதற்கு எதிர்த் திசையில் உருவாகிறது. இந்த எதிர்ச் சுற்றுந்திறன் திருகு வானூர்தியைச் சுழலச் செய்யும்.

வானூர்தி தரையில் நிற்கும்போது எதிர்ச் சுற்றுந்திறன் தரையில் ஏற்படும் வினையால் சமன் செய்யப்பட்டுவிடும். பறக்கும்போது எதிர்ச் சுற்றுந்திறன் சமன் செய்யக் கீழ்க்காணும் இரண்டு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

வால் சுழலி முறை. இம்முறையில் வானூர்தியின் வாலில் இரண்டாம் சுழலி பொருத்தப்படும். இச்சுழலியின் சுற்றும் தளம் வானூர்தியை இரு சம பகுதிகளாகப் பிரிக்கும் தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும். சுழலுவதற்குத் தேவையான சுற்றுந் திறன் முதல் சுழலிக்குச் செலுத்தப்படும் பற்சக்கரப் பெட்டியிலிருந்தே தரப்படும். இதனால் உருவாகும் சுற்றுந் திறன் முதல் சுழலியினால் உருவாகும் சுற்றுந் திறனுக்குச் சமமாகவும் அதற்கு எதிர்த்திசையிலும் உள்ளமையால் ஒன்றுக்கொன்று சமன் செய்துவிடும்.



வால் சுழலியின் புரியிடைத் தொலைவை மாற்றுவதன் மூலம் அதனால் உருவாகும் சுற்றுந் திறனை உயர்த்தவோ குறைக்கவோ இயலும். இதனால் வானூர்தியை விரும்பும் திசையில் திருப்பலாம்.

இரட்டைச் சுழலி முறை. இம்முறையில் இரண்டு மேலே உயர்த்தும் சுழலிகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் சுழலுமாறு பொருத்தப்படும். இதனால் ஒன்றில் உருவாகும் எதிர்வினை மற்றொன்றால் சமன் செய்யப்பட்டுவிடும். இரட்டைச் சுழலிகளைக் கீழ்க்காணும் முறைகளில் பொருத்தலாம்.

அ) ஒரே அச்சில் பொருந்துதல் (படம் ஆ)

ஆ) சாய்வாகச் சுற்றுப்பாதைகள் ஒன்றுக் கொன்று வெட்டிக் கொள்ளும்படியாகப் பொருந்துதல் (படம் இ)

இ) பக்கம் பக்கமாகப் பொருந்துதல் (படம் ஈ)

ஈ) ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பொருந்துதல் (படம் உ)

மேலும் நான்கு சுழலிகளையும் திருகு வானூர்தியில் பயன்படுத்தலாம். (படம் ஈ) இதில் இரண்டு சுழலிகளால் உருவாகும் எதிர்வினை மற்ற இரண்டால் சமன் செய்யப்பட்டுவிடுகிறது.

திசைக் கட்டுப்பாடு. கட்டுப்பாட்டுக் கருவியை முன்னும், பின்னும் இடப்பக்கமாகவும் வலப்பக்கமாகவும் அசைப்பதன் மூலம் அலகுகளின் தாக்கும் கோணத்தை மாற்றலாம். இதனால் அலகுகளால் உண்டாகும் கூம்பு வடிவம் தன் நிலையிலிருந்து வேண்டிய திசையில் சாய்கிறது. இதன் விளைவால் திருகு வானூர்தியை விரும்பிய திசையில் செலுத்தலாம்.

வேகம். திருகு வானூர்தி மேலே ஏறும்போதோ கீழே இறங்கும்போதோ அலகுகள் அனைத்தும் ஒரே நிலையில் இருக்கின்றன. ஆனால் வானூர்தி முன்னோக்கிச் செல்லும்போதோ வேறு கோணங்களில் செல்லும்போதோ அலகுகளின் சார்பு திசைவேகங்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றன. இதன் காரணமாகத் திருகு வானூர்திகளை ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு மேல் செலுத்த இயலாது. இப்போதுள்ள ஊர்திகளால் மணிக்கு ஏறத்தாழ 300 கி.மீ வரை பறக்க இயலும்.

இயல்புகள். திருகு வானூர்தி செங்குத்தாக மேலே ஏறவோ கீழே இறங்கவோ வல்லது. எனவே இதற்கு மற்ற வானூர்திகளைப் போல ஏறவும் இறங்கவும் ஓடு பாதை தேவையில்லை. மிகக் குறுகிய இடங்களில் கூட இது இறங்க முடிகிறது.

இக்காலத்தில் செங்குதாக மேலே ஏறவல்ல சில வானூர்திகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இருப்பினும், திருகு வானூர்திகள் பின்பக்கமாகவும் இடவலப் புறங்களிலும் செல்லும் தனித் தன்மையுடையன. மேலும் இவை வெளியில் (space) ஒரே இடத்தில் நிலையாக நிற்கவும் நின்று அந்நிலையிலிருந்தபடியே பறக்கவும் கூடியவை.

பயன்கள். திருகு வானூர்தியின் சிறப்பியல்புகள் காரணமாக ராணுவத்தில் இவ்வகை வானூர்திகள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. விமான தளத்திலிருந்து நகரத்திற்கும் நகரத்திற்குள்ளேயும் பயணிகள் போக்குவரத்துக்குப் பயன்படுகின்றன. மேலைநாடுகளில் காடு குழாய் வழி, மின்சார வழி ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்யவும் இவை பயன்படுகின்றன. திருகு வானூர்திகள் ஒரே இடத்தில் நிலையாக நின்று பறக்கக் கூடியனவாதலால் விபத்து, வெள்ளப்பெருக்கு போன்றவற்றால் பாதிக்கப்பட்டவர்களை மீட்கவும் இவை பயன்படுகின்றன.

- எஸ். நாகேஸ்வரன்

திருத்தி

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர் மின்னோட்டமாக மாற்றப் பயன்படும் கருவியே திருத்தி (rectifier) ஆகும். எ-டு: வெற்றிடக் குழாய், வளிம எலெக்ட்ரான் குழாய்கள் , குறைகடத்திகள். பொதுவாக இருமுனையங்கள் திருத்தியாகப் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.

திருத்தியில் ஒரு நேர் மின்முனையும் ஒரு எதிர் மின் முனையும் உள்ளன. மின்னோட்டம் முன்னோக்கிப் பாயும்போது எதிர் மின்முனையிலிருந்து நேர் மின்முனைக்குப் பாய்கிறது. ஒரு குழாயிலுள்ள தனி எலெக்ட்ரான்கள் ஒரே திசையில் மட்டுமே செல்லக்கூடும். அவை எதிர்த் தன்மை பெற்றுள்ளமையால் நேர்மின் தன்மையுடைய தட்டை நோக்கியே செல்ல இயலும். தட்டினை எதிர் மின்னோட்டத் தன்மையுடையதாகச் செய்தால் எலெக்ட்ரான்கள் தட்டிலிருந்து பின்னோக்கி எதிர் மின்முனைக்குச் செல்லா. ஆகவே கம்பியிலுள்ள மின்னோட்டம் பின்னோக்கிப் பாயும்போது குழாயில் எவ்விதச் செயல்பாடும் நிகழ்வதில்லை. முன்பே தட்டினை அடைந்த எலெக்ட்ரான்கள் அங்கேயே தங்கிவிடுகின்றன. சுற்றிலுள்ள

எலெக்ரான்கள் பின்னோக்கிப் பாய்கின்றன. அவை தட்டிற்குத் தொலைவிலிருந்து எதிர்மின் முனையினுள் பாய்வதற்குப் பதிலாக எதிர் மின் முனைக்கு தொலைவிலுள்ள தட்டினுள் பாய்கின்றன. இருப்பினும் இது தட்டினை எதிர் மின் தன்மையுடையதாக ஆக்குகிறது. எனவே குழாயின் குறுக்கே மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை.

நேர் மின்முனையின் பக்கம் குழாயிலிருந்து மின்னோட்டம் வெளியே பாயும்போது அது ஒரே திசையிலேயே செல்கிறது. மின்னோட்டம் குழாயினுள் எதிர்த் திசையில் எப்போதும் செல்லாது.

இப்போது வெற்றிடக் குழல் திருத்திகள் போல அரைக் கடத்தித் திருத்திகளும் பயன்படுகின்றன. ஆனால் அரைக் கடத்தித் திருத்திகள் மின் திறன்களைக் கொண்ட சுற்றுகளிலேயே பயன்படுகின்றன. தொழிலியல் பயனீடுகளுக்குப் பாதரச வில் திருத்திகள் ஏற்றவையாகும். இவை எந்திரவியல் திருத்திகள் போன்று சுழல் உறுப்புகள் அற்றவை. எனவே இவற்றைப் பேணல் எளிது. அரைக் கடத்தித் திருத்திகள் குறைந்த கொள்ளிடமும் உயர்திறமும் கொண்டவை. அனைத்து மின் திறன்களுக்கும் ஏற்றபடி இவை வடிவமைக்கப்படக்கூடும்.

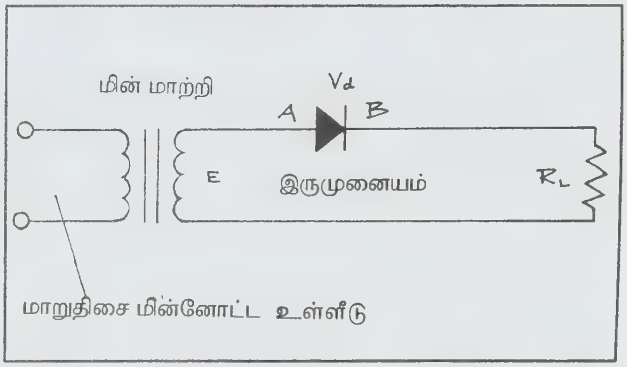
நேர்திசைத் தடை R_1 மற்றும் அதைவிட மிக உயர்வான எதிர்த் திசைத் தடை R_2 கொண்ட கருவியாக ஒரு திருத்தும் பொருளை விளக்கலாம். அந்தத் திருத்தியில் ஒரு சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்தம் $E_m = \sin 2\pi ft$ செலுத்தப்படுகிறது. E_m என்பது செலுத்தும் அழுத்தத்தின் உயர் மதிப்பு; f என்பது மின்னழுத்த அலையின் அதிர்வெண்; t என்பது நேரமாகும். நேர் திசையில் மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு $\frac{E_m}{R_1}\sin 2\pi ft$. இம்மின்னோட்டம் $t = 0 - \frac{1}{2}t$ வரை பாய்கிறது. அதாவது மாறுமின்னழுத்தச் சுற்றின் ஒரு பாதி வரை பாய்கிறது. நேர் திசை மின்னோட்டம் சராசரிப்படுத்தப்படும்போது ஒரு சுற்றில் $\frac{E_m}{(\pi R_1)}$ ஆகும்.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு $\frac{E_m}{R_2}\sin 2\pi ft$ ஆகும். இது $t = \frac{1}{2f} - \frac{1}{f}$ வரை அல்லது மற்ற அரைச் சுற்றில் பாய்கிறது. ஒரு சுற்றில் சராசரி எதிர்த்திசை மின்னோட்டம் $\frac{E_m}{\pi R_2}$. இறுதியான சராசரி நேர்திசை மின்னோட்டம்

$$\frac{E_m}{\frac{(R_2 - R_1)}{R_1 R_2}}$$

R_1 உடன் ஒப்பிடும்போது எதிர்த் திசைத் தடை R_2 மிக அதிகமாக இருந்தால் சராசரி மின்னோட்டம் $\frac{E_m}{\pi R}$ -ஐ அணுகும். திருத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கும் சராசரி மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடே எதிர்த்திசை மின்னோட்டம். இந்தச் சிற்றலை (ripple) மின்னோட்டம் ஒரு பளுவின் வழியே பாயும்போது ஒரு சிற்றலை மின்னழுத்தத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. தேவையற்ற இச்சிற்றலை மின்னழுத்தத்தை வடிப்பான் மற்றும் முறைப்படுத்திச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி மிகத் தாழ்ந்த மதிப்பிற்குக் குறைக்கலாம்.

அரை அலைத் திருத்திச் சுற்று. ஓர் அரை அலைத் திருத்தித் சுற்று படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்தத் திருத்தி ஓர் இருமுனையமாகும். இது நேர் திசையில் A, B மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது. ஆனால் எதிர்த்திசையில் எந்த மின்னோட்டத்தையும் அனுமதிப்பதில்லை.

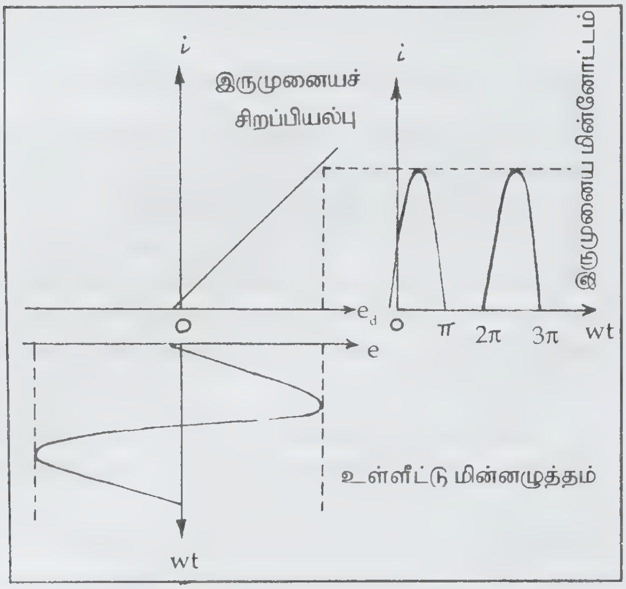


படம் 1. அரை அலை இருமுனையத் திருத்தி

மின்மாற்றியின் முதல் சுற்றில் மாறுதிசை மின்னழுத்த உள்ளீடு கொடுக்கப்படுகிறது. இரண்டாம் சுருளின் அழுத்தம் திருத்தி மற்றும் சுமைத்தடையம் R_2 க்குக் கொடுக்கப் படுகிறது.

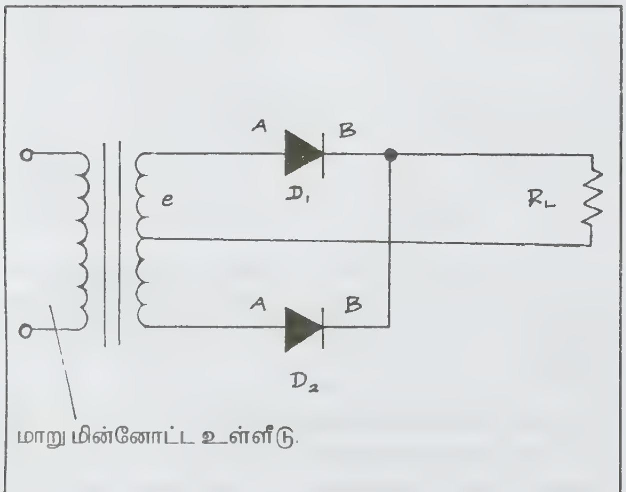
இருமுனையத்தின் திருத்தும் செயல்பாடு படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் இருமுனையத்தின் குறுக்கே வரும் மின்னழுத்தம் e_d-க்கு எதிரில் திருத்தியின் மின்னோட்டம் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. மின்மாற்றியின் இரண்டாம் சுருணையிலிருந்து கொடுக்கப்படும் சைன் மின்னழுத்தம் அழுத்த அச்சில் குறிக்கப்படுகிறது. வலப்பக்கம் காட்டப்பட்டிருக்கும் இருமுனையத்தில் பாயும் மின்னோட்டம் i அரை-சைன் கண்ணியாகக் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த அரை-சைன் கண்ணிகளைச் சராசரிப்படுத்தினால் பாயும் நேர் மின்னோட்ட மதிப்புக் கிடைக்கிறது. சராசரி மதிப்பை ஒட்டிச் சுமை மின்னோட்டம் மாறுபடுவது சிற்றலை மின்னோட்டத்தைக் (ripple current) கொடுக்கிறது.



படம் 2. அரை அலை இருமுனையைத் திருத்தியின் திருத்தும் செயல்பாடு

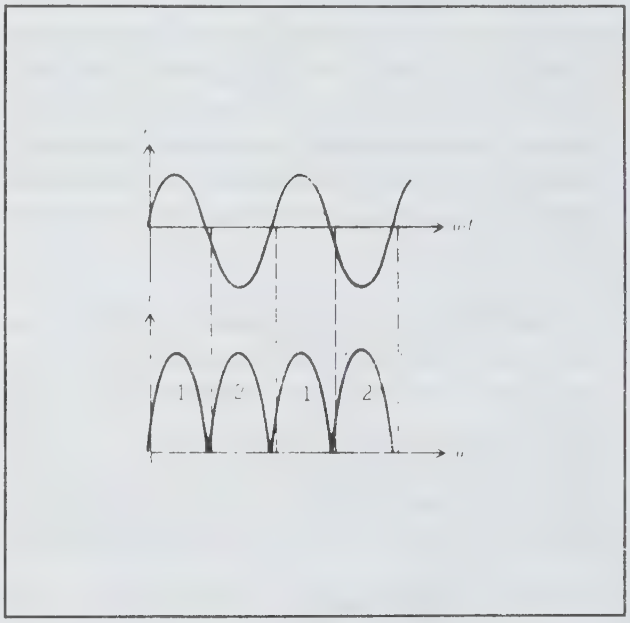
முழு அலைத் திருத்திச்சுற்று. இச்சுற்றில் D_1 மற்றும் D_2 என இரண்டு தனிப்பட்ட இருமுனையங்கள் பயன்படுகின்றன. மின்மாற்றியின்



படம் 3. முழு அலை இருமுனையத் திருத்திச் சுற்று

நடு எடுப்புச் சுமைத்தடை, R_2-இன் மூலம் இரண்டு இருமுனையங்களின் B பக்கத்தோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மாறு மின்னோட்டத்தின் முதல் அரைச் சுற்றின்போது இருமுனையம் D_1 இன் A துருவம் B க்கு நேர் முனை (positive) ஆகும். D_1, A-இலிருந்து B-க்கு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகிறது. இம்மின்னோட்டம் i காட்டும் திசையில் சுமைத்தடை R_2 மூலம் செல்கிறது. இந்த நேரத்தில் இருமுனையம் D_2 A-B -க்கு எதிர் மின்முனையாக உள்ளமையால் கடத்தாது.

மாறு மின்னழுத்தம் 0 மதிப்பை அடையும்போது D_1 இன் A எதிர்முனையாக மாறுகிறது. D_1 மின்னோட்டம் கடத்துவதை நிறுத்திவிடுகிறது. D_2 இன் A நேர்முனையாக மாறுகிறது. ஆகவே D_2 கடத்தத் தொடங்குகிறது. விளையும் மின்னோட்ட அலை வடிவம் படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4. ஒரு முழு அலைத் திருத்தியின் செலுத்தும் மின்னழுத்தம் மற்றும் வெளியேறும் மின்னோட்டம்

ஒன்றிற்குப் பதில் இரண்டு இருமுனையங்களைப் பயன்படுத்துவதால் சுமை R_2 இன் மூலம் நேர் திசை மின்னோட்டம் தொடர்ந்து பாய முடிகிறது. ஏனெனில் நேர் அரைச் சுற்றின்போது முதல் இருமுனையம் கடத்துகிறது. எதிர் அரைச் சுற்றின்போது இருமுனையம் D_2 கடத்துகிறது.

படம் 3 மற்றும் படம் 5ஐ ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் ஒரு முழு அலைச் சுற்று, அரை அலைச் சுற்றைவிடச் சீரான மின்னோட்டத்தை உறுதி செய்வதைக் காணலாம்.

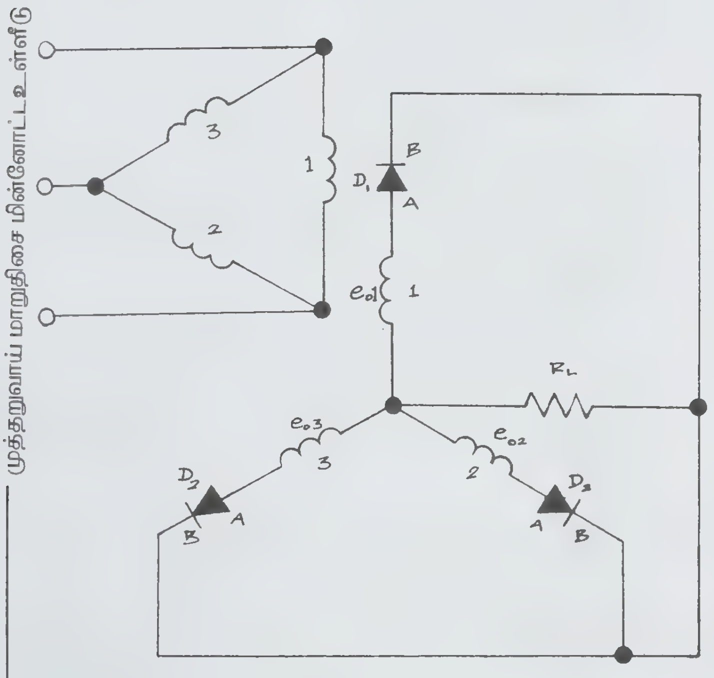
பல தறுவாய்த் திருத்திச் சுற்றுகள். ஒரு மின் சுற்றிற்கு உயர்ந்த நேர்மின்னோட்டத்திறன் தேவைப்படும்போது ஒரு பல தறுவாய்த் திருத்தி பயன்படும். மிகு செலவு பிடிக்கும் வடிப்பான்களைப் பயன்படுத்தும்போது இது விரும்பத்தக்கதாகும்.

பொதுவாக ஒரு பல தறுவாய்ச் சுற்றில் ஒரு வளிமக் குழாய்த் திருத்தி பயன்படுத்தப்படும். அதன் நேர்திசையில் அழுத்தக் குறைவு ஏற்படுவதால் அது உயர்திறன் வாய்ந்ததாகும். அரைக் கடத்தித் திருத்திகளும் பயன்படுகின்றன. இத்தகைய சுற்றுகளில் பொதுவாக 3 தறுவாய்கள் (phases) இடம்பெறுகின்றன. ஆனால் சில தேவைகளுக்கு 2, 4, 6 மற்றும் 12 தறுவாய்கள் பயன்படக்கூடும்.

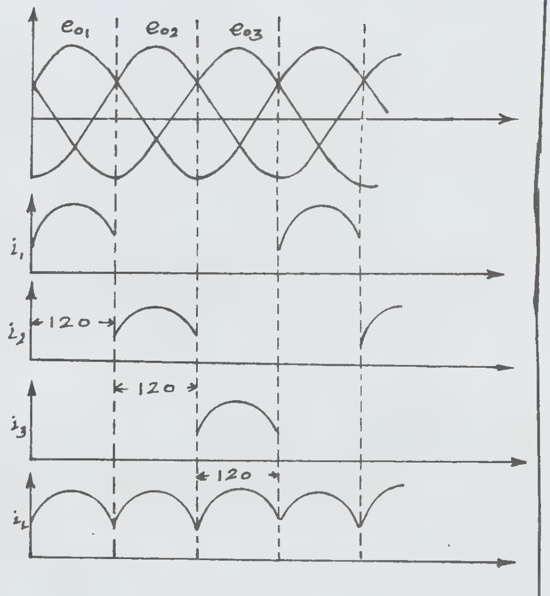
மிக எளிய பல தறுவாய்த் திருத்திச் சுற்று அரை அலை முத்தறுவாய்ச் சுற்றாகும். (படம் 5) மின்மாற்றியின் முதல் சுருணைகள் ஒரு வடிவில் இணைக்கப்பட்டு ஒரு முத்தறுவாய் மாறு மின் பாதையோடு இணைக்கப்படுகிறது.

இரண்டாம் சுருணைகள் Y வடிவில் இணைக்கப் படுகின்றன. பொதுப் புள்ளி, சுமைத்தடையின் ஒரு முனையோடு இணைக்கப்படுகிறது. சுமைத்தடையின் மற்ற முனைச் சுற்றிலுள்ள மூன்று திருத்திகள், இருமுனையங் களின் B முனைகளோடு இணைக்கப்படுகின்றன. மாற்றியின் மூன்று இரண்டாம் சுருணைகளின் தனி முனைகளோடு A முனைகள் இணைக்கப்படுகின்றன.

இரண்டாம் சுருணைகளின் முதல் அலையிலுள்ள இருமுனையம் D_1 எதிர்த்திசை மின்னோட்டத்தின் முதல் 120^0 வரை கடத்துகிறது. இரண்டாம் சுருணையின் இரண்டாம் அலையின் மின்னழுத்தம் முதல் அலையின் மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமானவுடன், இருமுனையம் D_2 கடத்தத் தொடங்குகிறது; D_1 கடத்தலை நிறுத்துகிறது; இரண்டாம் சுருணையின் மின்னழுத்தங்களான e_{01}, e_{02}, e_{03} ஆகியன படம் 6இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இருமுயைத்தின் மின்னோட்டங்கள் i_1, i_2, i_3 எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.



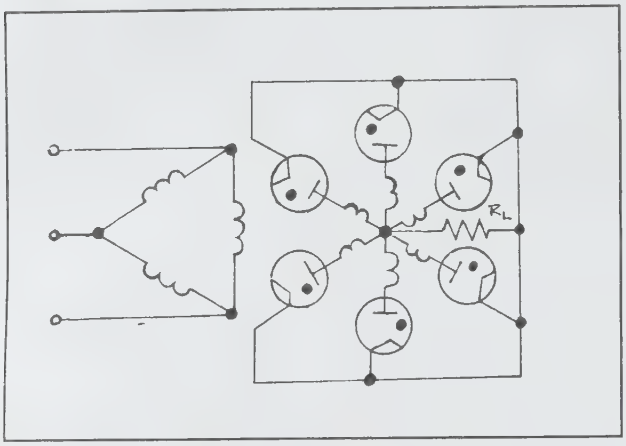
படம் 5. முத்தறுவாய் அரை அலைத் திருத்தி



படம் 6 - முத்தறுவாய் அரை அலைத் திருத்தியின் சிறப்பியல்பு

அவற்றின் விளைவான சுமை மின்னோட்டம் படம் 6இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு தறுவாய் மின்னோட்டத்தைவிட இம்மின்னோட்டம் உண்மையான நேர் மின்னோட்டத்தை மிகவும்நெருங்கியுள்ளது. படம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ள இருமுனையங்களுக்குப் பதில் வளிமக் குழாய்களையோ மிகுசுமை மின்னோட்டம் தேவைப்படின் தீ முட்டிகளையோ (ignitron) பயன்படுத்தலாம்.

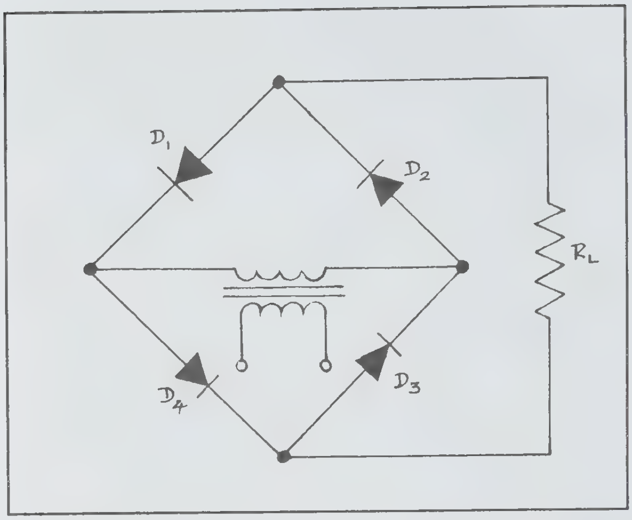
மற்றுமொரு பொதுவான பல தறுவாய்த் திருத்திச் சுற்று, முத்தறுவாய் முழு அலை அல்லது ஆறு தறுவாய் அலைத் திருத்திச் சுற்றாகும். இது படம் 7இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 7. முத்தறுவாய் முழு அலை அல்லது ஆறு தறுவாய் அரை அலைத்திருத்தி

இச்சுற்றில் உள்ள குழாய்கள் 60^0 வரை கடத்துகின்றன. (படம் 5 இல் உள்ளவை 120^0 வரை கடத்தும்). முழு அலைச் சுற்றிற்கான சிற்றலை அழுத்தம் மிகக் குறைவாகும். வேறு பல தறுவாய்ச் சுற்றுகளும் வழக்கில் உள்ளன.

சமனித் திருத்திச் சுற்றுகள். ஒரு தறுவாய் மற்றும் பல தறுவாய்த் தேவைகளுக்குத் சமனித் திருத்திச் சுற்றுகள் பயன்படுகின்றன. இங்கு ஒரு மின்மாற்றி பயன்படுகிறது. அதன் இரண்டாம் சுருணையில் மைய எடுப்பு இல்லை அல்லது மின்மாற்றியின் இரண்டாம் சுருணையின் மொத்த மின்னழுத்தம் நேர் மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாகப் பெறப்படும். சமனிச் சுற்று மாறு மின்னோட்டத் திருத்தி வகை அளவிகளிலும் பயன்படும். மின்மாற்றி இரண்டாம் சுருணையின் இடப்புறம் நேர்முனையாக இருப்பின் மின்னோட்டம் இருமுனையம் D_1 சுமைத்தடையம் R_L மற்றும் இருமுனையம் D_3 மூலம் செல்கிறது என்று படம் 8 இல் காணும் சுற்றின் மூலம் தெரிய வருகிறது. இதில் நான்கு தனி அரை அலைத் திருத்தி இருமுனையங்கள் பயன்படுகின்றன.



படம் 8. ஒரு தறுவாய் முழு அலைத் திருத்திச் சுற்று

இரண்டாம் சுருணையின் மின்னழுத்தம் மாறுபடும்போது மின்னோட்டம் இருமுனையங்கள் D_2 மற்றும் D_4 சுமைத்தடையம் R_L மூலம் முதல் பகுதியில் பாய்ந்த திசையிலேயே பாய்கிறது.

இணைத் திருத்திகள். மிகு மின்னோட்டம் தேவைப்பட்டால் இரண்டு மற்றும் மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் திருத்திகளை இணையாகச் சேர்க்கலாம். அத்தகைய ஏற்பாட்டில் சிறிய தடையங்களும், தூண்டங்களும் திருத்திகளோடு தொடர் இணைப்பிடப்படும். பின்னரே திருத்திகள் இணையாகச் சேர்க்கப்படும்.

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

திருநீற்றுப்பச்சை

இது உருத்திரச்சடை, காளிமோகம், துரு, பச்சை, சப்ஜா என்றும் கூறப்படும். இதற்கு ஸ்வீட் பேசில் (sweet basil) என்றும் காமன் பேசில் (common basil) என்றும் ஆங்கிலப் பெய களுண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் ஆசிமம் பெலிகம் *cimum bailicum*). ஆகும். இதன் விதையைச் சப்ஜா விதை என்பர். இதற்கு துளசியைப் போன்று மணம்தரும் இலைகள் உண்டு.ஆனால் மணத்தில் வேறுபடும். கோயில்களில் வளர்க்கப்படும் திருநீற்றுப்பச்சை இந்தியா முழுவதும் பயிராகும் செடியாகும். லேபியேட்டே என்னும் துளசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது 1000 மீ. உயரம் வரையிலான பகுதிகளில் வளரும்.

திருநீற்றுப்பச்சை (*Ocimum basilicum*)

இதனைச் சாகுபடியாகாத நிலங்களில் மிகுதியாகக் காணலாம். இச்செடியில் ஆண்டு முழுவதும் பூக்களைச் காணலாம். இந்த ஒரு பருவச்செடி மையக் கிழக்கு நாடுகளிலிருந்து ஈரான் வரை பரவியுள்ளது. இப்பகுதியே இதன் தாயகம் என்று கூறுவர். திருநீற்றுப்பச்சைச் செடி ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா மற்றும் அமெரிக்க நாடுகளில் வளர்க்கப்படுகிறது. இவற்றுள் அமெரிக்காவே மிகுதியான அளவில் சாகுபடி செய்கிறது.

இந்தியாவில் இலை, பூக்கள் அடங்கிய செடிகளை அறுவடை செய்து, ஆவியாகும் திருநீற்றுப்பச்சை எண்ணெய் எடுப்பர். கேரளத்தில் கிடைத்த செடிகளில் இலைகளிலிருந்து வடித்த எண்ணெய் நறுமணம் மிகுந்திருக்கும். இளமஞ்சள் நிறமான இதில் லினலோல் சத்தும் மெத்தில் சின்னமேட்டும் மிகுந்துள்ளன.

விதைகளை நீரில் ஊறவைத்தால் அது பெருத்து வழவழப்பாகவும் ஓரளவு ஒளிப்புகும் தன்மையுடனும் சுவையற்றும் இருக்கும். விதைகளில் சளி போன்ற பகுதி நீராற்பகுப்பு நீரிடைச்சேர்மப் பிரிவு முறையில் (hydrolysis) யுரோனிக் அமிலம், குளுக்கோன், சைலோஸ் ரேம்னோஸ் ஆகியவற்றைத் தரும். விதையிலிருந்து எடுக்கப்படும் உலர் எண்ணெயில் 7% பாமிட்டிக், 0.2% ஸ்டீரிக், 11% ஒலீயம், 60% லினோலிக், 21% லினோலெனிக் அமிலங்கள் அடங்கி யுள்ளன.

செடி. திருநீற்றுப்பச்சை ஒரு சிறிய புதர் போன்ற செடி; நன்கு கிளைத்து வளரும் இதன் உயரம் ஏறக்குறைய 30-90 செ.மீ. இதில் ஊதா இலையும், சுருண்ட பச்சை அல்லது ஊதா இலையும், சிட்ரான் மணமுடைய இலையும் மூவகையாகக் காணப்படும். இலையின் இருபுறமும் சுரப்பிகள் இருக்கும். பளப்பளப்பான இலைகள் பெரும்பாலும் 40-65 செ.மீ. நீளத்தில் காணப்படும். அவற்றின் அடிப்பகுதியில் சாம்பல் கலந்த பச்சை நிறப்பகுதி உள்ளமையும், காய்ந்த இலை நன்கு நொறுங்கும் தன்மையுடன் நறுமணம் வீசுவதாக உள்ளமையும் வணிகத்திற்கு ஏற்ற குணங்களாகும். இலை ஓரம் முழுமையாகவோ ரம்பப்பல் போன்றோ (serrulate) இருக்கும். இலை முட்டை அல்லது நீள்வட்டம் (elliptic)

அல்லது ஈட்டி வடிவிலிருக்கும். இலைக்காம்பின் நீளம் 2 செ.மீ. நீளமும் மஞ்சரி 15 செ.மீ. நீளமுமுடையன.பூவடிச்செதில்கள் தலைகீழ் ஈட்டி வடிவானவை. கூரான இதன் நுனியில் மென்மயிர் காணப்படும். பூக்காம்பு 3 மி.மீ. நீளமானது. ஐந்து புல்லிவட்டக் கதுப்புகள் காணப்படும். மேற்பகுதியிலுள்ள கதுப்பு 3 மி.மீ. நீளமும், கீழுள்ள கதுப்பு 4 மி.மீ. நீளமுமுடையன. இதிலும் மென் மயிர் இருக்கும். அல்லி இதழ் அழுக்கு வெள்ளை அல்லது இளம் ஊதா நிறமானது. அல்லிவட்ட மேல் கதுப்பு 4 மி.மீட்டரும் கீழ்க்கதுப்பு 6 மி.மீட்டரும் நீளமுள்ளவை.

கனியில் புல்லிவட்டம் பையைப் போல் இருக்கும். காயுள்ள தண்டு வளைந்திருக்கும். விதைகள் நீள்வட்ட வடிவில் கதுப்பாக இருக்கும். திருநீற்றுப்பச்சைச் செடிகளின் உயரம், வளரும் தன்மை, மென்மயிர் அளவு, தண்டு, இலை, பூக்களின் நிறம் ஆகியவற்றிற்கேற்பப் பல வகைகள் காணப்படுகின்றன. அவை ஆசிமம் பெலிசிகம் வகை மினிமா (*Ocimum basilicum var.minima*), ஆ. பெலிசிகம் வகை கிளாப்ரேட்டம் (*O.b.var.glabratum*) ஆ.பெசிலிகம் வகை கிரிஸ்பா (**O.b. var. Criba**), ஆ. பெசிலிகம் வகை பர்புரசென்ஸ் (*O.b.var. Purpurascence*), ஆ.பெசிலிகம் வகை திர்சி.ஃபுளோரா (*O.b.var. Thyrsiflora*) ஆகும்.

சாகுபடி. பனி பெய்யாத பகுதிகளில் இச்செடி நன்கு வளரும். இதன் வளர்ச்சிக்கு சூரிய ஒளி மிகவும் தேவைப்படுகிறது. காற்றின் கேட்டிலிருந்து இச்செடிகளைப் பாதுகாத்தல் வேண்டும். விசைக்காற்றினால் இதன் தண்டு முறிந்துவிடும். இதன் மணம் தரும் தன்மைக்காகவும், மருந்துக் குணங்களுக்காகவும் உலகின் வெப்பப்பகுதிகளில் இச்செடி வளர்க்கப்படுகிறது. விதை மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. விதை மலைப்பகுதியில் அக்டோபர்-நவம்பரிலும், சமவெளியில் மார்ச்-ஏப்ரலிலும் விதைக்கப்படுகிறது. வரிசைக்கு வரிசை 40 செ.மீ. இடைவெளிவிட்டு 30 செ.மீ. இடைவெளியில் செடிகள் நடப்படுகின்றன. ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் உற்பத்தியாகும் செடியின் எண்ணெயே புகழ்பெற்றது. விதைத்த 2-3 திங்களில் செடிகள் அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. செடியைச் சூரிய ஒளி வீசும் நாள்களில் பூக்கள் விடுவதற்குச் சில நாள்கள் முன்பாக அறுவடை செய்தல் வேண்டும். தரை மட்டத்திற்குச் சிறிது மேலே அரிவாளால் அறுத்து உலர்த்திப் பதப்படுத்த வேண்டும்.

உற்பத்தியும் வணிகமும். திருநீற்றுப்பச்சை தன்னிச்சையாக வளர்கிறது. ஆனால் உலகச் சந்தையில் விற்பனைக்கு வருபவை அனைத்தும் சாகுபடி செய்யப்படுபவையே. இந்தியா, மையத்தரைக்கடல் நாடுகள், அமெரிக்கா ஆகியவற்றில் பயிரிடப்படும் செடிகள் பெரும்பாலும் அவ்வவ் நாட்டு மக்களாலேயே பயன்படுத்தப்பட்டுவிடுகின்றன. இத்தாலி நாட்டினர் பச்சைச் செடிகளாகவே சந்தையில் விற்பது வழக்கம். இச்செடியைச் சாகுபடி செய்யும் முறை எளிதாக உள்ளமையால் வெப்பம் மற்றும் குளிர் நாடுகளில் மிகுதியாகச் சாகுபடி செய்கின்றனர்.

பயன்கள். இச்செடியின் சாறு வாதத்தை நீக்கும். வெப்பம், வேர்வை ஆகியவற்றை உண்டாக்கும். வயிற்றுப் போக்குக்கும், முடக்குவாதத்திற்கும், மண்டையிடிக்கும் உதவும். வாய் நாற்றத்திற்கு இதன் சாற்றை வாய்க் கொப்பளித்தல் வேண்டும். இச்செடி புழுக்களை அழிக்கும் தன்மை கொண்டது. இலைச்சாற்றைத் தடவப் படை நோய் போகும். பூக்களுக்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் தன்மை உண்டு. விதை, பூ ஆகியன சுறுசுறுப்பைத் தரும். திருநீற்றுப்பச்சையின் இலைகளைத் தூய்மையாக்கிச் சாறெடுத்துக் காதுநோய்களுக்குச் சில துளிகள் விடலாம். இது மூக்கு நோய்க்கும் உதவும். இலைச்சாறு 10 துளியுடன் 10 துளி தூதுவளை இலைச்சாற்றை கலந்து கஸ்தூரி மாத்திரையைத் தேனில் குழைத்து 100 மி.லி. பால், சிறிதளவு பனங்கற்கண்டைச் சேர்த்துக் காலை வேலைகளில் மட்டும் அருந்தி வரக் கபநோய், மார்புச்சளி, சயரோகம், குருதி கலந்து சளி வருதல் போன்றவை நீங்கும்.

இலைச்சாற்றுடன் சம அளவு நல்லெண்ணெய் சேர்த்துக் காய்ச்சிச் சாறு சுண்டியபின் எடுத்துப் புட்டியில் சேகரித்து வைத்துக் கொண்டு வலியுள்ள காதுகளில் 2 துளி விட்டுப் பஞ்சு வைத்துக் காது நோயினைப் போக்கலாம். திருநீற்றுப்பச்சை இலை, கற்பூரவல்லி இலை,மஞ்சள் கரிலாங்கண்ணி இலை ஆகிய ஒவ்வொன்றும் 100 கிராம், சுக்கு, மிளகு, திப்பிலி ஆகிய ஒவ்வொன்றும் 15 கிராம் எடுத்து மைபோல் அரைத்துச் சுண்டைக்காயளவு உருண்டைகளாக்கி நிழலில் உலர்த்தி நாளும் காலை, மாலை ஒரு மாத்திரை வீதம் 40 நாள்கள் சாப்பிட்டுப் பால் அருந்தி வரத் தொண்டையில் சதை வளர்தல், இருமல், தும்மல், மூக்கடைப்பு நீங்கும்.

- கோ.அர்ச்சுணன்

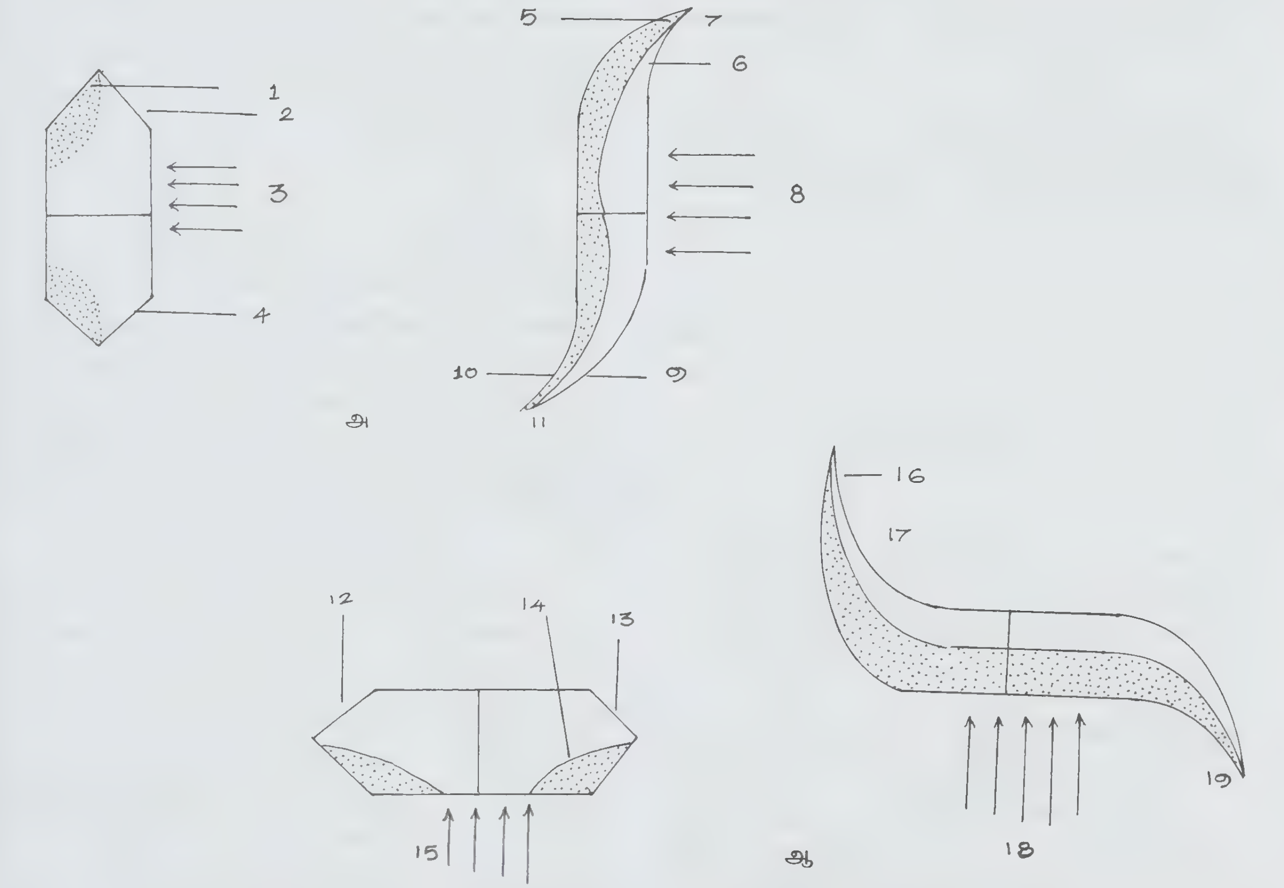
திருப்பம்

உயிரினங்களில் முழு உடலோ உறுப்புகளோ ஒரு நிலையிலிருந்து வேறு நிலைக்கு மாறி அமையும் நிகழ்ச்சிக்கு அசைவு (movement) என்று பெயர். தன்னிச்சையாகவோ

புறத்தூண்டல்களினாலோ நிகழும் இவ்வசைவுகளுக்கு அடிப்படையாக அமைவன ஹார்மோன்களாகும். வேரூன்றி வளரும் உயர் தாவரங்களின் உறுப்புகள் மட்டுமே அசைவதை வளைவு அசைவு என்பர். இச்வசைவு, மாறுதல் வளைவு அசைவு வளர்ச்சி வளைவு அசைவு எனப் பகுக்கப்படும். மாறுதல் வளைவு அசைவில் உறுப்புகள் அசைவதன் மூலம் இடம் மாறுகின்றன. வளர்ச்சி வளைவு அசைவு, வளர்ச்சியின் காரணமாக உறுப்புகளில் நிகழ்வதாகும்.

வளர்ச்சி வளைவும் தன்னிச்சையாகவோ புறத்தூண்டல்களினாலோ நிகழும். புறத்தூண்டல்களினால் நிகழும் வளர்ச்சி வளைவு அசைவுக்குத் திருப்ப அசைவுகள் (tropic movements) என்று பெயர். இவ்வகை அசைவுகள் தூண்டல்களின் தன்மையைப் பொறுத்துப் பல வகைப்படும். அவற்றுள் ஒளி நாட்டத் திருப்பம் (phototropism), புவி நாட்டத் திருப்பம் (geotropism), ஈர நாட்டத் திருப்பம் (hydrotropism), தொடு உணர் நாட்டத் திருப்பம் (chemotropism) ஆகியவை சிறப்பானவை.

ஒளி நாட்டத் திருப்பம். ஓர் இளம் தாவரத்தை ஒளி வரும் திசை நோக்கி வளர்த்தால் தண்டு முனை ஒளி வரும் திசை நோக்கியும் வேர் ஒளி வரும் திசைக்கு எதிராகவும் வளர்வதைக் காணலாம்.



1. ஒளிபடும் பகுதிக்கு மறுபக்கத்தில் மிகு ஆக்சின் செறிவு, 2. தண்டுமுனை, 3. ஒளி, 4. வேர்முனை, 5. மிகுவளர்ச்சி, 6. ஒளி நாட்டத் திருப்பம், 7. தண்டு முனை 8. ஒளி, 9. ஒளி விலகிய வளர்ச்சி, 10. குறைவு வளர்ச்சி, 11. வேர் முனை, 12. தண்டு முனை, 13. வேர் முனை, 14. மிகு ஆக்சின் செறிவு, 15. புவிஈர்ப்பு விசை, 16. தண்டு முனை, 17. புவி விலகிய வளர்ச்சி, 18. புவி ஈர்ப்பு விசை, 19. புவி நோக்கிய வளர்ச்சி.

அ. ஒளி நாட்டத் திருப்பம்
ஆ. புவி நாட்டத் திருப்பம்

இம்மாறுபட்ட வளர்ச்சிக்கு அப்பகுதிகளில் காணப்படும் ஆக்சின்களின் (auxins) செறிவே காரணம். தண்டு முனையில் ஒளிபடும் பகுதிக்கு மறு பக்கம் ஆக்சின் செறிவு மிகுந்துள்ளமையால் அப்பகுதியில் வளர்ச்சி மிகுந்திருக்கும். எனவே தண்டுமுனை ஒளிவரும் திசையை நோக்கி வளைந்து வளர்கிறது. வேரில் இதற்கு நேர் மாறாக ஒளிபடும் பகுதிக்கு மறுபக்கம் ஆக்சின் செறிவு வளர்ச்சியைக் குறைக்கிறது. ஒளிபடும் பகுதி விரைவு வளர்ச்சி அடைவதால் வேர் ஒளிபடும் திசைக்கு எதிராக வளைந்து வளர்கிறது.

புவி நாட்டத் திருப்பம். தாவரங்களின் தண்டு வேர்த் தொகுப்புகள் புவி நாட்டத்தைப் பொறுத்தவரை மாறுபட்ட முறைகளில் செயல்படுகின்றன. வேர் புவி ஈர்ப்பு விசையை நோக்கியும் தண்டு எதிராகவும் வளர்கின்றன. எனவேதான் கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்ட ஒரு செடியின் தண்டுத் தொகுதி சில நாளில் மேல் நோக்கியும் வேர்த் தொகுதி கீழ் நோக்கியும் வளைந்து வளர்கின்றன. ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாகக் கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்ட தாவரத்தில் தண்டு வேர்ப் பகுதிகளில் புவி நோக்கிய கீழ்ப் பகுதிகளில் ஆக்சின் செறிவு வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. கீழ்ப்பரப்பு விரைவாக வளர்வதால் தண்டு மேல் நோக்கி வளைந்து வளர்கிறது. வேரில் ஆக்சின் செறிவு வளர்ச்சியைக் குறைக்கும். எனவே ஆக்சின் செறிவு மிகுந்த அடிப்பகுதியைவிடச் செறிவு குறைந்த மேற்பரப்பில் வளர்ச்சி வீதம் மிகுந்து வேரைக் கீழ் நோக்கி வளைக்கிறது.

நீர் நாட்டத் திருப்பம். மிகப் பெரும்பான்மையான தாவரங்களின் வேர்கள் நீர்நாட்டம் உடையவை. முளைக்கும் விதைகளின் வேர்கள் நீர்நோக்கி வளைந்து வளர்வது பல தாவரங்களிலும் அறியப்பட்டுள்ளது.

தொடு உணர் நாட்டம். படர் செடிகளும் தாவரங்களின் பற்றுக் கம்பிகளும் உறுதியான சொரசொரப்பான பிற தாவரங்களின் தண்டு போன்ற பகுதிகளிலும் கொழுக்கொம்பிலும் சுற்றிக் கொண்டு வளர்கின்றன. பற்றுக் கம்பிகளின் முனை உறுதியான பரப்பின் மேல் படும்போது தொடு உணர்வின் விளைவாகத் தொடு முனைக்கு மறுபக்கம் மிகு வளர்ச்சிக்குள்ளாகிறது. எனவே தாங்கு பரப்பின் மேல் முனை சுற்றி வளரத் தொடங்குகிறது.

வேதி நாட்டத் திருப்பம். சில பூசணத் தாவரங்களின் இழைகளும் உயர் தாவரங்களின் மகரந்தக் குழல்களும் வேதி நாட்டமுடையவை. சர்க்கரை மற்றும் பிற ஊட்டச் சத்து மிக்க வேதிப் பொருள்கள் இத்திருப்பத்தைத் தூண்டுகின்றன.

- த. பூபதி

துணைநூல். P.L. Kochar and H.N. Krishnamoorthy, *Plant Physiology*, Almaram and Sons Publications, New Delhi, 1985.

திருப்புச் சாய்வு காட்டி

வானூர்தி ஓடும்போதும் பறக்கும்போதும் ஏற்படும் வழுக்கல், ஊர்தல் ஆகியவற்றின் விளைவுகளையும் திரும்பும்போது ஏற்படும் விளைவுகளையும் வானூர்தியாளருக்குக் காட்டும் ஒரு கருவி திருப்பு மற்றும் சாய்வுக் காட்டி (turn and bank indicator) எனப்படுகிறது.

திருப்புக் காட்டு அமைப்பு. இவ்வமைப்பில் ஒரு வீதச் சுழல்காட்டி (rate gyroscope) உணர்பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இச்சுழல்காட்டியில் மின்னியலாலோ வெற்றிட அழுத்த ஆற்றலாலோ இயக்கப்படும் சுற்றகம் ஒன்று காணப்படும். இதன் சுழல் அச்சு கிடைமட்டமாக இருக்குமாறு மிகு வேகத்தில் சுழலும். இச்சுற்றகம் வானூர்தியின் நீளவாக்கு அச்சுக்கு இணையான ஓர் அச்சில் குறிப்பிட்ட கோணத்தில் ஓர் எந்திரக் குழையச்சு அமைவிலோ (gimbal) ஒரு தளமட்ட அமைப்பிலோ பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

வானூர்தி திரும்பும் அளவுக்கு ஏற்ப எந்திரக் குழையச்சு இடஞ்சுழியாகவோ வலஞ்சுழியாகவோ சுழலுமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மேலும் வானூர்தி திரும்பும் அளவுக்கு ஏற்ப ஓர் ஊசி மற்றும் நெம்புகோல் அமைப்பு ஒரு செங்குத்தான குறிமுள்ளை இடஞ்சுழியாகவோ வலஞ்சுழியாகவோ இயக்கும். இக்கருவி சீராக இயங்கவும், குறிமுள்ளின் நடுக்கத்தைத் தவிர்க்கவும் ஒடுக்கமைப்பு (damping) பயன்படுகிறது.

சாய்வுக் காட்டி அமைப்பு. இக்கருவியின் சாய்வுகாட்டி அமைப்பு ஓர் எளிய நீள் மட்ட அளவியாகும். இவ்வமைப்பு புவியீர்ப்பு, பறப்பு ஆகியவற்றால் உண்டாகும் விசைகளால் வானூர்தி சாயும் அளவைக் காட்டும். இதன் மையத்தில் உள்ள கோளத்தின் நிலையைப் பொறுத்துச் சிறகை

உயர்த்தியோ தாழ்த்தியோ வானூர்தியைச் சம நிலைக்குக் கொணரலாம். மின்னாற்றல் அற்ற நேரத்தில் இக்கருவியை முதன்மை ஆற்றல் மூலத்தைக் (primary power source) கொண்டு இயக்கலாம்.

- என். தண்டபாணி

திருவாத்தி

இதனைக் காட்டாத்தி, காட்டுமந்தாரை, காஞ்சினி என்றும் குறிப்பதுண்டு. திருவாத்தியின் தாவரப் பெயர் பாகினியா டொமெண்டோசா (*Bauhinea tomentosa*) ஆகும். இலங்கை மற்றும் இந்திய நாடுகளில் இம்மரத்தைப் பொதுவாகக் காணலாம். தமிழ்நாட்டில் வறட்சியான காடுகளில் தானாக வளர்ந்திருக்கும். வெள்ளை அல்லது இள மஞ்சள் அல்லது மங்கிய வெள்ளை நிறத்தில் இருக்கும். இம்மரத்திற்குப் பூக்களே அழகைத் தருகின்றன. மரக்கட்டை ஏறக்குறையக் கறுப்பு நிறமாக இருக்கும்.

மரம். திருவாத்தி ஒரு சிறு மரம். இதன் இலைகள் கால்நடைகளின் குளம்புகள் போலப் பிளவுற்றிருக்கும். இலையடிச்செதில்கள் உதிரும் தன்மையுடையவை. சிற்றிலைகள் 2.5-5.0 செ.மீ. நீளமானவை. மஞ்சரி கொப்புகளின் நுனியிலோ இலைக்கக்கங்களிலோ கதிராக உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச்செதில் பூக்காம்புச் செதில் ஆகியன சிறியவை; உதிருபவை. பூக்கள் பெரியவை. புல்லிக் குழலிலுள்ள கதுப்பு முட்டை வடிவில் 1 செ.மீ. நீளமாயிருக்கும். அல்லிகள் ஐந்து; மேலுள்ள அல்லி உள்ளே இருக்கும். மகரந்தக்கேசரங்கள் பத்தும் வளமானவை. மகரந்தத்தாள்கள் இழை போன்று தனித்தனியாக இருக்கும். மகரந்தப்பைகள் அனைத்துத் திசைகளிலும் சுழலும் தன்மையன. நீளவாக்கில் வெடித்து மகரந்தத்தூள்களை வெளிப்படுத்துவன. சூல்பைக்குத் தண்டுண்டு. இதில் பல சூல்கள் உள்ளன.

பயன்கள். தமிழ்நாட்டில் சாலை ஓரங்களில் இம்மரத்தைப் பூக்களின் அழகுக்காக வளர்க்கின்றனர். விதைகளிலிருந்து கன்றுகளைத் தயாரித்து அவற்றை நட்டு

வளர்க்கின்றனர். இதன் இலை, மொட்டு, பூ, பிஞ்சு, காய் முதலியவை மருந்துக்குதவுகின்றன. இதன் இலை மற்றும் மொட்டுகளைக் குடிநீர்ச் செய்து தரச் சீதபேதி குணமாகும். பூக்கள் குருதிக்கழிச்சல், பெருங்கழிச்சல், வெள்ளை ஆகிய நோய்களைப் போக்கும். இவை குருதியழல், குடற்புழு, நாவறட்சி, மேகம் ஆகியவற்றையும் களையும். இம்மரத்தின் பூக்கள் வில்வ மரத்தின் வேர், யானைத்திப்பிலி ஆகியவற்றைச் சேர்த்து நீர்சேர்த்துக் குடிநீர்ச் செய்துதரக் கழிச்சல் குணமாகும். இதன் விதைக்குத் தாதுவைப் பெருக்கும் தன்மையும் புத்துணர்வூட்டும் தன்மையும் உண்டு. விதைகளைக் காடி விட்டரைத்து நச்சுக்கடியினால் ஏற்பட்ட புண்களுக்கு வைத்துக் கட்ட அவை குணமாகும். மரப்பட்டையைக் கழுநீர் விட்டரைத்துக் கட்டிகளின் மீது பற்றுப்போடலாம். இம்மரத்தின் வேர்ப்பட்டையைத் தூய்மையாக்கிக் குடிநீர் செய்து வாய்க்கொப்பளிக்க வாய்ப்புண் தொண்டைப்புண் குணமாகும். இதன் குடிநீர் ஈரல் நோய்களையும் குணப்படுத்தும்.

- கோ. அர்ச்சணன்

திருவாதிரை

ஆருத்திரா என்னும் பெயரும் இதற்குண்டு. யாழ் எனத் தமிழில் இது குறிக்கப்படுகிறது. ஓரியான் மண்டலத்தில் உள்ள இது விண்மீன் ஒளிர் அலகில் 11ஆம் ஒளிர் விண்மீனாகும். இது சூரியனிலிருந்து 520 ஒளி ஆண்டுத் தொலைவிலுள்ளது. 3100^0 C வெப்பத்துடனும் சூரியனைவிட 1000 மடங்கு பளபளப்புடனும் 20 மடங்கு விட்டத்துடனும் இருக்கிறது.

- எம். அரவாண்டி

திருவோணம்

அக்விலா எனும் மண்டலத்திலுள்ள மிக இன்றியமையா விண்மீன் திருவோணமாகும். சூரியனிலிருந்து 16.3 ஒளி ஆண்டுத் தொலைவிலுள்ள இவ்விண்மீன் நீல வெள்ளை நிறத்துடன் முதல் தரத்தைச் சேர்ந்து சூரியனைவிட 2.2 மடங்கு விட்டமுள்ளதாயும் 9.2 மடங்கு பளபளப்புடையதாயும் உள்ளது. இதற்கு ஆல்பா அக்விலா (α -aquila) என்று மற்றொரு பெயரும் உண்டு. பீட்டா அக்விலா மூன்றாம் தரத்தைச் சேர்ந்தது. ஈட்டா (Eta) என்னும் புகழ்பெற்ற மாறி விண்மீனின் ஒளித்தரம் 7 நாள்கள் 4 மணிகளில் விண்மீன் ஒளிர் அலகு 3க்கும் 4க்கும் இடையில் மாறுகிறது.

- எம். அரவாண்டி

திரை அச்சடிப்பு

இதை முன்பு வெள்ளித்திரை அச்சடிப்புச் செயல்முறை எனக் குறிப்பிட்டனர். கட்டை, உலோகம், துணி, நெகிழி மற்றும் தாள் அல்லாத பரப்புகளில் வணிக விளம்பரத்துக்காகவும் திரைப்பட விளம்பரத்துக்காகவும் அலுவலக விளம்பரப் பலகைக்கும் திரை அச்சுமுறை (screen printing) பயன்படுகிறது. நுண்கலைப்படங்களை உருவாக்கவும் இம்முறை சிறந்தது. இதை நுண்கலையியல் (serigraphy) என்பர். இதில் பல கலைஞர்கள் ஆர்வத்துடன் செயல்படுகின்றனர்.

பல்வேறு வலை அளவுகளுள்ள திரைகள் ஆர்கன்ஸ், நைலான், டாக்ரான், நிலைவெள்ளி, வெண்கலம் போன்ற பொருள்களில் செய்யப்பட்டிருக்கும். இவற்றைப் பயன்படுத்திப் பல கலைநுட்ப முறைகளால் குறிப்பிட்ட ஓவியத்தையோ எழுத்துகளையோ மை அல்லது நீர் எதிர்ப்புப் பால்மங்களால் (lacquer) உருவாக்குவர். இந்த உருவங்கள் அடங்கிய துளைத் தகடுகள் ஒரு சட்டத்தில் நன்கு இழுத்து அமைக்கப்படுகின்றன. இத்தகட்டின் மேல் மையைத் தடவி மேசையின் மீது தாளில் படிமத்தை உருவாக்குவர். இம்முறையில் ஒரு நிறத்துக்கு ஒரு முறை அச்சடிப்புச் செய்ய வேண்டும்.

மனிதர்களைக் கொண்டு அச்சடிப்பது அரிய பணியாகும். இதனால் மணிக்குச் சில நூறு பதிவுகளே எடுக்க முடியும். மின்திறன் கொண்டு ஓட்டப்படும் அச்சு எந்திரங்களில் மணிக்கு 1200 -3200 பதிவுகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

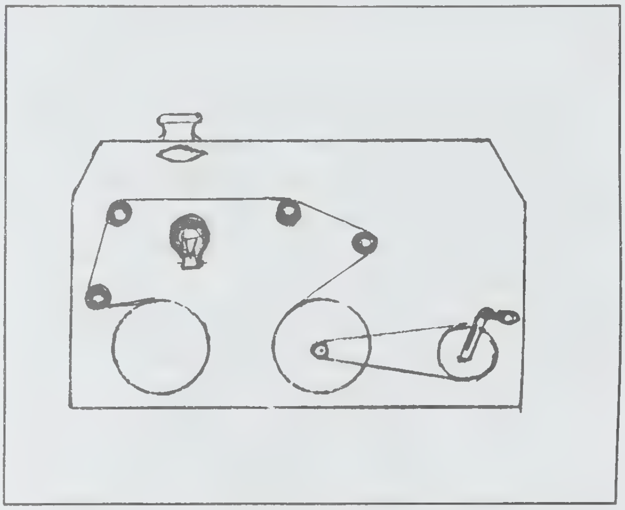
திரைப்படம்

1894 ஆம் ஆண்டில் ஒருவர் மட்டுமே பார்த்து மகிழக்கூடிய கின்டாஸ்கோப் (kinetoscope) என்னும் சலனப் படக் கருவியை அமெரிக்காவில் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் உருவாக்கியபோது திரைப்படம் (cinema) பிறந்தது. 1925 ஆம் ஆண்டுக்குள் திரைப்படம் பெரும் வளர்ச்சி பெற்றுவிட்டது. ஒளி மின்கலங்களும் மின்ஒலி பெருக்கிகளும் உருவாக்கப்பட்ட பிறகு சலனப் படம் பேசத் தொடங்கிய பெரும் புரட்சி 1928ஆம் ஆண்டில் ஏற்பட்டது. ஒளியியலும் ஒலியியலும் மின்னியலும் ஒருங்கிணைந்தமையால் திரைப்பட வரலாற்றின் திருப்பு முனை அமைந்தது. சலனப் படத் துறையில் எந்திரவியல், ஒளியியல், வேதியியல் மட்டுமே பங்கு கொண்டிருந்தன. ஒளியை மின்சாரமாகவும் மின்சாரத்தை ஒலியாகவும் மாற்றக்கூடிய கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகே திரைப்படம் இன்றுள்ள உயர் நிலையை எட்டியது.

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகள் மிகு எண்ணிக்கையில் வீடுகளில் இடம் பெறத் தொடங்கிய பிறகு திரைப்படத் துறையில் மீண்டும் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. தொடக்க காலங்களில் தொலைக் காட்சித்துறை பழைய, புதிய திரைப்படங்களைப் பயன்படுத்தியமையே இதற்குக் காரணம். ஆனால் 1950 ஆம் ஆண்டுத் தொடக்கத்தில் தொலைக் காட்சியின் ஈர்ப்புக் காரணமாகக் திரை அரங்குகளுக்குச் சென்று படம் பார்ப்பவர்களின் எண்ணிக்கை குறையத் தொடங்கியது. எனவே திரைப்படத் துறை மக்களைக் கவருவதற்காகப் பல புதிய உத்திகளை அறிமுகப்படுத்த வேண்டிய நிலையேற்பட்டது. பெரிய திரைகளும், சினிமாஸ்கோப் போன்ற புதிய படம் காட்டும் உத்திகளும், முப்பரிமாண அமைப்புகளும் ஓரளவுக்கு இழந்த ஆதரவை மீட்டுத் தந்தன. அமெரிக்காவில் பல திரைப்பட நிறுவனங்கள் தொலைக் காட்சிக்காகவே சிறப்புப் படங்களைத் தயாரிக்கத் தொடங்கின.

வரலாறு. 1824 ஆம் ஆண்டில் பீட்டர் மார்க் ரோஜட் என்னும் ஆங்கிலேய அறிவியலார் அசையும் பொருள்களைக் கண் பார்த்துணரும் முறை பற்றிய தம் ஆய்வுகளை 'அசையும் பொருள்களைப் பொறுத்துக் கண்ணின் பார்வை நீடிப்பு' என்னும் தலைப்பில் ஒரு கட்டுரையாக்கி ராயல் கழகத்தில் படித்தார். அதன் காரணமாக சர் ஜான் ஹெர்ஷல், மைக்கேல் ஃபாரடே உள்ளிட்ட பல அறிவியலார் அத்துறையில் மேலும் ஆய்வு செய்ய முற்பட்டனர். ஐரோப்பாவில் கென்ட் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த ஜோசப் அன்டாயின் பிளாட், வியன்னாவைச் சேர்ந்த ரிட்டர் வான் ஸ்டாம்பர் ஆகியோர் தனித்தனியாகப் பொருள்களுக்கு அசையும் தோற்றத்தைத் தரும் ஒரு கருவியை உருவாக்கினர். ஒரு வட்டத் தகட்டின் விளிம்பில் ஒரு பொருளின் அடுத்தடுத்து அசையும் கட்டங்களைக் காட்டும் படங்கள் ஒட்டப்பட்டிருந்தன. மேலே வைக்கப்பட்ட ஒரு வட்டத் தகட்டிலிருந்து துளை வழியாகப் பார்த்துக் கீழேயுள்ள சக்கரத்தைச் சுழற்றினால் பொருள் அசைவது போன்ற தோற்றம் தெரிந்தது. 1853 ஆம் ஆண்டில் பாரன் பிரான்ஸ் வான் யுகாடியஸ் என்னும் ஆஸ்திரியப் படை அலுவலர் படங்காட்டும் கருவியுடன் ஒரு மாய விளக்கை (magic lantern) இணைத்துத் திரையில் படங்கள் அசையுமாறு செய்தார். இக்கருவிகள் அனைத்துமே ஒரு சில நொடிகள் மட்டுமே செயல்படக்கூடியவை. அடுத்து சோயட் ரோப் (zoetrope) என்னும் கருவி சில நிமிடங் களுக்கு அசையும் படங்களைக் காட்டும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டது.

1860 ஆம் ஆண்டில் ஃபிலடெல்ஃபியாவைச் சேர்ந்த கோல்மன் செல்லர்ஸ் என்னும் பொறியாளர் சோயட்ராட் கருவியில் ஒளிப் படங்களைப் பொருத்திப் பார்க்க முயன்றார். தம் மக்களை ஒரு பெட்டியில் ஆணியடிக்கும் செயலின் பல நிலைகளில் ஒளிப்படமெடுத்து அப்படங்களை வரிசைப்படி ஒரு சக்கரத்தில் ஒட்டி அவற்றை ஒரு துளை மூலம் பார்க்குமாறு சக்கரத்தைச் சுழற்றியபோது படங்கள் அசையும் தோற்றம் ஏற்பட்டது. இக்கருவி 1861 ஆம் ஆண்டு கினமடோஸ்கோப் (kinematoscope) என்னும் பெயரில் உரிமைப் பதிவு செய்யப்பட்டது. ஒளிப்படக் கலை பண்படாத அக்காலத்தில் ஒளிப் படமெடுக்க நீண்ட திறப்பு நேரங்கள் தேவைப்பட்டன. ஆகவே ஓர் அசைவில் பல நிலைகளைச் சரிவரப் படமெடுக்க இயலவில்லை.



படம் 1. எடிசனின் கினடோஸ்கோப்

ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் லூயிஸ் ஆர்தர் டுகாஸ்டு ஹாரான் என்பார் 1864 இல் ஒரு சலனப் படக் கருவியினை உரிமைப் பதிவு செய்தார். பிலடெல்ஃபியாவைச் சேர்ந்த ஹென்றி ரென்னோ ஹெயில் என்னும் புதுப்புனைவாளர் 1870 இல் வரிசையான அசைவு நிலைகளைக் காட்டும் ஒளிப் படங்களைச் சோயட் ரோப் கருவியில் பொருத்தி ஒரு திரையில் அசையும் உருத்தோற்றங்களை வீழ்த்திக் காட்டினார். அவருடைய அமைப்பு பேஸ்மார்ரோப் (phasmatrope) எனப்பட்டது. அதில் ஆணும் பெண்ணும் நடனமாடும் ஆறு நிலைகள் கண்ணாடியில் ஒளி ஊடுருவும் ஒளிப்படங்களாகப் பொருத்தப்பட்டிருந்தன. ஒவ்வொரு படமும் சற்று நின்று பின்னர் நகருமாறு ஒரு சக்கரத்தில் பொருத்தப்பட்டிருந்தது.

1872 ஆம் ஆண்டில் ஜான் ஐசக்ஸ் என்னும் பொறியாளர் வரிசையாக ஒளிப் படக் கருவிகளை நிறுத்தி வேகமாக ஓடும் குதிரைகளைப் படமெடுத்தார். அதற்குப் பிறகு ஒளிப் படக் கருவிகளின் திறப்புக் கதவுகளை இயக்கும் முறைகள்

பண்படுத்தப்பட்டன. விரைவாகப் படத்தைப் பதிவு செய்யும் படலங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. ஒரு நொடியில் 2000 இல் ஒரு பங்கு நேரத்தில் திறப்புச் செய்து படம் பதிவு செய்யும் கருவிகள் தோன்றின. ஈயட்வியர்ட் முய்பிரிட்ஜ் என்பார் ஐசக்சின் கருவியமைப்பைப் பயன்படுத்தி ஓடும் குதிரைகளின் உடலியக்க நிலைகளைக் காட்டும் பல ஒளிப் படங்களை எடுத்தார். இப்படங்களை ஹெயில் பேஸ்மார்ரோப்புப் போன்ற ஒரு கருவியில் பொருத்தித் திரையில் காட்டியபோது குதிரைகள் வேகமாக ஓடுகின்ற தோற்றம் தெரிந்தது. வாலஸ் கூல்ட் லெவிசன் என்னும் அமெரிக்கர் ஒரே ஒளிப் படக் கருவியின் மூலம் தொடர்ச்சியாகப் பல படங்களை எடுக்கும் கருவி ஒன்றை உருவாக்கினார்.

1887 ஆம் ஆண்டில் எடிசன் சலனப்படக் கருவி ஒன்றை உருவாக்க முனைந்தார். அவருடைய முதல் கருவியில் மிக நுண்ணிய ஒளிப்படங்கள் ஓர் உருளையில் சுருள் போன்ற வரிசையில் ஒட்டப்பட்டிருந்தன. அவற்றைப் பார்க்க ஒரு நுண்ணோக்கி தேவைப்பட்டது. அடுத்து அவர் ஒரு பட்டையில் பெரிய படங்களைப் பொருத்தி இயக்கும் கருவியை உருவாக்க முனைந்தார். 1889 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதத்தில் ஜார்ஜ் ஈஸ்ட்மேன் என்னும் அமெரிக்கர் ஒளிப் படங்களைப் பதிவு செய்யும் ஒரு படலத்தை உருவாக்குவதில் வெற்றி பெற்றார். அந்தப் படலத்தை எடிசன் வாங்கி அதில் படங்களைப் பதிவு செய்யும் கருவியில் பொருத்தி நன்முறையில் அசையும் படங்களை உருவாக்கினார். அவருடைய கனடோஸ்கோப் (kinetoscope) என்னும் கருவி 1889 இல் இயக்கிக் காட்டப்பட்டது. அது 13 நொடிகளே ஓடக் கூடிய 15 மீ. நீளமுள்ள படப் படலத்திலிருந்து உருத்தோற்ற அகல நீளங்கள் படலத்தில் ஓரங்களில் பற்சக்கரம் பொருந்துவதற்காக இடப்பட்டிருந்த துளைகளின் பரிமாணங்கள் ஆகியவை இன்றளவும் திரைப்படச் சுருள்களில் அசைவைக் காட்டியது. எடிசன் பயன்படுத்திய படலத்தின் அகலம், அதில் பதிவாயிருந்த உருத்தோற்ற செந்தர அளவுகளாக. நிலை பெற்றுவிட்டன. எடிசன் அமெரிக்காவில் மட்டும் தம் கருவியை 1891 ஆம் ஆண்டில் உரிமைப் பதிவு செய்து கொண்டார். அக்கருவி 1894 இல் நியூயார்க் நகரில் வணிக முறையில் இயக்கப்பட்டது. அன்று தான் சலனப் படங்களின் வணிக வரலாறு தொடங்கியது.

எடிசனின் கருவி ஐரோப்பாவுக்கு ஏற்றுமதியாயிற்று. அங்குப் பல நிறுவனங்கள் அதை நகலெடுத்துப் பல கருவிகளை உற்பத்தி செய்தன. அக்கருவியில் காட்டுவதற்கான ஒளிப் படச் சுருள்கள் கைனடோகிராப் (kinetograph) என்னும் நிறை மிக்க ஒளிப் படக் கருவியால் உண்டாக்கப்பட்டன. இக்கருவியை நகர்த்தவோ திருப்பவோ முடியாது. நடிகர்களை அக்கருவிக்கு முன்னால் வெயிலில் நிறுத்தி வைத்து நடனங்களும் குத்துச் சண்டைகளும் நகைச் சுவைக் கூத்துகளும் படமெடுக்கப்பட்டன. கைனடோஸ்கோப் கருவியின் மூலம் ஒருவர் மட்டுமே ஒரு வேளையில் படம் பார்க்க முடியும். பெரிய திரைகளில் உருத் தோற்றங்களை வீழ்த்திப் பலரும் ஒருசேரப் பார்க்குமாறு செய்ய எடிசன் விரும்பவில்லை. தம் கருவிக்குரிய தேவை குறைந்துவிடுமோ என்று அவர் அஞ்சியமையே இதற்குக் காரணம். ஆனால் வேறு பல புதுப்புனைவாளர்கள் அசையும் படங்களைத் திரையில் காட்டும் கருவிகளை உருவாக்க முனைந்தனர்.

உட்வில் வாதாம் என்னும் அமெரிக்கர் நியூயார்க்கில் அசையும் படங்களைத் திரையில் காட்டுகிற பான்டோப்டிகான் (pantoptikon) கருவியைச் செய்தி திரட்டுவோர்க்கு இயக்கிக் காட்டினார். சீர்திருத்தப்பட்ட வடிவமான ஐடலோஸ்கோப் (edoloscope) கருவியை அவர் பின்னர் வெளியிட்டார். ∴பிரான்சைச் சேர்ந்த லூயிஸ் லூமியர், அகஸ்தே லூமியர் சகோதரர்கள் சினிமாடோகிராப் (cinematograph) என்னும் கருவியை உருவாக்கி 1895 இல் அதற்கு உரிமைப் பதிவு செய்தனர். அது முந்திய கருவிகளை விட மேலான முறையில் செயல்பட்டது. 1895 இல் பாரிஸ் நகரில் திரையரங்கு ஒன்று தொடங்கப்பட்டு நல்ல வருவாயுடன் செயல்பட்டது.

1895 ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதத்தில் வாஷிங்டனைச சேர்ந்த தாமஸ் அர்மாட் என்பார் ஒரு புதிய சலனப் பட வீழ்த்தியை உருவாக்கினார். இது அதற்கு முன்னர்த் தோன்றிய கருவிகளிலிருந்து வேறுபட்டதாயிருந்தது. அதில் ஒவ்வொரு படமும் படத் துளைக்கு முன் சற்று நின்று பின்னர் நகர்ந்து அடுத்து வரும் படத்துக்கு இடம் விட்டது. இக்கருவி 1895 செப்டம்பர் மாதத்தில் அட்லாண்டா நகரில் பொது மக்களுக்கு இயக்கிக்காட்டப்பட்டது. அதில் எடிசன் உருவாக்கிய கைனாடோஸ்கோப் படச்சுருள்களே காட்டப்பட்டன. பின்னர் வைடாஸ்கோப் (vitascope) என்னும் பெயர் அதற்கு இடப்பட்டது.

1896 பிப்ரவரி மாதத்தில் லண்டனைச் சேர்ந்த ராபர்ட் பால் என்பார் தியேட்ரோகிராப் (theattrograph) என்னும் கருவியை உருவாக்கி அதில் தாமே தயாரித்த ஓர் ஒளிப் படக் கருவியின் மூலம் எடுத்த படச் சுருள்களைப் போட்டுக் காட்டினார். 1896 இல் நியூயார்க்கில் உள்ள கோஸ்டர்-பியால் இசையரங்கில் அர்மாட்டின் வைடாஸ்கோப் திரையில் சலனப் படங்களைக் காட்டத் தொடங்கியது முதல் திரைப்படத்தின் வணிகச் செயல்பாட்டுக் காலம் தொடங்கியது. அந்தக் காட்சிகளில் 300 மீ. நீளமுள்ள படச்சுருள் காட்டப்பட்டது. எனவே 300 மீ. நீளமுள்ள படச் சுருளை ஒரு ரீல் (reel) என்னும் வழக்கு இன்றுவரை நீடிக்கிறது.

திரைப்படத் துறையில் லூமியர் சகோதரர்கள் தாக்கம் இன்றியமையாமை பெற்றது. அவர்களுடைய சினிமாடோகிராப் என்னும் கருவி ஒளிப்படக் கருவியாகவும் படப்படிகள் எடுக்கும் கருவியாகவும் பட வீழ்த்தியாகவும் அமைந்தது. அதை இடம் விட்டு இடம் எடுத்துச் சென்று வெளிப்புறக் காட்சிகளைப் படமெடுக்க முடிந்தது. எடிசன் தம் ஒளிப் படமெடுக்கும் கருவியில் நொடிக்கு 48 படங்கள் வீதம் எடுத்தார். லூமியர் சகோதரர்களின் கருவி நொடிக்கு 16 படங்கள் எடுத்தது. லூமியர் சகோதரரின் பணியாளர்கள் உலகின் பல நாடுகளுக்கும் சென்று திரைப்படங்களை எடுப்பதிலும் பொது மக்களுக்குத் திரைப்படங்களைக் காட்டுவதிலும் ஈடுபட்டனர்.

1897 ஆம் ஆண்டு பாரிசில் ஒரு மாபெரும் தீ வீபத்து ஏற்பட அதில் 180 பேர் மாண்டனர். இவ்வாறு தீ பற்றி யமைக்குத் திரைப்படக் கருவியே காரணமென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதனையடுத்து எடிசன் தம் உரிமைப் பதிவைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்காக ஒரு வழக்கைத் தொடர்ந்து ஏறத்தாழப் பத்தாண்டுகள் போராடினார். இவ்விரு காரணங்களாலும் சினிமாப் படத் துறை சிறிது காலம் நலிவுற்றிருந்தது. 1897 ஆம் ஆண்டு ஹாலமன் என்பார் ஒரு நாடகத்தையும் ஈனோக் ரெக்டர் என்பார் ஒரு புகழ்பெற்ற குத்துச் சண்டையையும் படமெடுத்து வெளியிட்டனர். 1896 ஆம் ஆண்டில் ஜார்ஜ் மெலீஸ் என்பார் தந்திரக் காட்சிகளையும் உருவங்கள் மங்கி மறைந்து போதலையும் இரட்டை வேடக் காட்சிகளையும் கொண்ட படங்களை எடுத்து வெளியிட்டார். 1903 ஆம் ஆண்டில் எட்வின் போர்ட்டர் என்பார் இரண்டு கதைப் படங்களை எடுத்து வெளியிட அவை மிகவும் புகழ் பெற்று விட்டன. கதைப் படங்கள் வெளி வரத் தொடங்கியதும் நிக்கல் ஓடியன் என்னும் திரைப்பட அரங்குகள் ஆங்காங்கே தோன்றத் தொடங்கின. 1905 ஆண்டு நவம்பர் மாதத்தில் பிட்ஸ்பர்கில் முதல் நிக்கல் ஓடியன் நிறுவப்பட்டது.

1950 இல் திரைகள் பெரியவையாக்கப்பட்டன. தொலைக் காட்சியிலிருந்து வெற்றி பெறப் பல புது உத்திகளைக் கையாள வேண்டியிருந்தது. சுவைஞர் கண்ணாடிகளை அணிய வேண்டியிருந்த முப்பரிமாணப் படங்களுக்கு வரவேற்பு இல்லை. 55 மி.மீ. 70 மி.மீ சினிமாஸ்கோப் என அகன்ற திரைகளில் காட்டப்பட்ட படங்களுக்கு நல்ல ஆதரவு இருந்தது. மூன்று பட வீழ்த்திக் கருவிகள் மூலம் காட்டப்பட்ட சினிரமா (cinerama) என்னும் உத்தி பெரும் வரவேற்றைப் பெற்றது. மூன்று பக்கங்களிலும் காட்சிகள் தெரியும்போது பார்வையாளர் தாமே அந்த நிகழ்ச்சியில் பங்கு கொள்ளும் உணர்வைப் பெறுகிறார். சிறப்பு வகையான வில்லைகளைப் பயன்படுத்தித் திரைகளில் உண்மையானவை போலவே தெரியும் உருத்தோற்றங்கள் உருவாக்கப்பட்டுப் பார்வை யாளர்களின் மனத்தைக் கவர்ந்தன. 65 மி.மீ. அகலமுள்ள படச் சுருள்களின் உதவியால் வளைந்த திரைகளில் விரிந்த காட்சிகளைக் (panoramic effect) காட்ட முடிந்தது. ஒலிப் பதிவுகளிலும் பல தடப் பதிவுகள் செய்யப்பட்டு ஒலியிலும் முப்பரிமாண விளைவை உண்டாக்க முடிந்தது. இயற்கையான நிறங்களுடன் உருத்தோற்றங்களைத் திரையில் காட்டும் முயற்சிகள் பெருமளவு வெற்றி பெற்றுள்ளன. தொடக்க காலத்தில் ஒவ்வொரு படக் கட்டத்தையும் கையால் வண்ணமிட்டார்கள். கேலிப் படங்கள் இன்றும் இம்முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அடுத்து இரண்டு நிறப்படப்பதிவு முறையும் மூன்று நிறப் படப்பதிவு முறையும் உருவாயின. மூன்று அடிப்படை நிறங்களுக்கு மூன்று குறை படலங்களில் (negatives) படமெடுத்து அவற்றை ஒரு மிகை படலத்தில் (positive films) மூன்று நிறங்களையும் பதிவு செய்ய முடிந்தது. வண்ணப் படலப் படங்களை உண்டாக்கியதில் டெக்னிக்கலர் (Technicolour), ஈஸ்ட்மென் கோடக் (Eastman Kodak) ஆகிய நிறுவனங்களின் ஆய்வாளர்களுக்கு மிகச் சிறப்பான பங்கு உண்டு. மற்ற நிறுவனங்களும் வண்ணப் படப் படங்களை மேலும் சிறப்பான வகையில் உருவாக்கத் தொடர்ந்து முயன்று வருகின்றன.

உற்பத்தி முறை

திரைப்படங்கள் அரங்குகளில் காட்டப்படுவதற்கும் தொலைக் காட்சிகளில் காட்டப்படு வதற்கும் கல்வி நிலையம் அல்லது தொழில் துறையில் காட்டப்படுவதற்குமாகப் பல வகைகளில் எடுக்கப்படுகின்றன.

அமெரிக்கா, ரஷ்யா, இந்தியா, இங்கிலாந்து, இத்தாலி, ஜெர்மனி, பிரான்ஸ், ஜப்பான் ஆகிய நாடுகள் திரைப்பட உற்பத்தியில் முன்னணியிலுள்ளன. பொழுதுபோக்குப் படங்களைப் பல கோடி மக்கள் கண்டு மகிழ்கிறார்கள். அறிவியல் செய்திப் படங்களை ஆர்வமுள்ள சிலரே காண்கின்றனர். வெளிநாடுகளில் திரையிடப்படு வதற்காகப் படங்கள் மொழி மாற்றம் செய்யப்படுகின்றன. அல்லது பேச்சுகள் வட்டார மொழியில் படத்தில் எழுத்துகளாகக் காட்டப்படுகின்றன. தொடக்க காலத்திலிருந்தே பெரிய உற்பத்தி நிலையங்களிலிருந்து வரிசையாகத் திரைப் படங்கள் வந்து கொண்டேயிருப்பது இத்துறையின் இன்றியமையாமையை விளக்கும். வெளியாகும் திரைப் படங்களின் எண்ணிக்கையும் நீளமும் மிகுவதற்கு ஏற்றவாறு படப்பிடிப்பு நிலையங்களும் பணியாளர்

எண்ணிக்கையும் படப் பிடிப்பு வசதிகளும் விரிவடைகின்றன. உலகளாவிய முறையில் திரைப்படங்களுக்குத் தேவையும் அரங்குகளின் நுழைவுக் கட்டணமும் மிகுந்து வருகின்றன. தனியார் நிறுவனங்கள் பொழுதுபோக்குப் படங்களையும் செய்திப் படங்களையும் அறிவியல் மற்றும் சமூகக் கல்வித் தொடர்பான படங்களையும் எடுத்து வருகின்றன. அரசு தம் சாதனைகளைச் செய்திப் படங்கள் மூலம் வெளியிடுகிறது. படமெடுப்பதிலுள்ள முழுப் பொறுப்பும் அதிகாரமும் படத் தயாரிப்பாளரிடம் உள்ளன. படப்பிடிப்பு நிலையங்கள் மேலாண்மை அலுவலர் ஆணைப்படி இயங்குகின்றன. பல வேளைகளில் தனிப்பட்ட படத் தயாரிப்பாளர்கள் படப்பிடிப்பு நிலையங்களை வாடகைக்கு எடுத்துப் படமெடுக்கிறார்கள். படத் தயாரிப்பாளர்கள் நிதி வரவு செலவையும் செலவுக் கட்டுப்பாட்டையும் கவனிக்கிறார்கள். கதைத் தேர்வு, திரைக் கதைத் தயாரிப்பு, இயக்குனர்களையும் நடிகர்களையும் தொழில் நுட்பப் பணியாளர்களையும் தேர்ந்தெடுத்தல் ஆகியவையும் அவர் பொறுப்பாகும். இயக்குநர் என்பவர் நடிகர்களை நடிக்க வைத்துக் கட்டுக் கோப்பாகப் படத்தை உருவாக்குவதில் படத் தயாரிப்பாளருக்கு உதவி புரிவார். ஒரு திரைப்படத்தை உருவாக்குவதில் இயக்குநருடன் படப்பிடிப்பாளர் ஒளி, ஒலி அமைப்பாளர், நடன அமைப்பாளர் எனப் பலர் ஒத்துழைக்க வேண்டியிருக்கும்.

பெரும்பாலான திரைபடங்களின் கதைகள், புராணங்கள், வெற்றி பெற்ற நாடகங்கள், புகழ்பெற்ற புதினங்கள் அல்லது சிறுகதைகள் ஆகியவற்றிலிருந்தே உருவாக்கப்படுகின்றன. சில நிறுவனங்கள் புகழ்பெற்ற எழுத்தாளர்களைக் கொண்டு திரைக் கதைகளை எழுதச் செய்வதுமுண்டு. நிறுவனத்துக்கு அளிக்கப்படும் கதைகளைப் படித்துத் தேர்ந்தெடுத்துப் பரிந்துரை செய்வதற்காகக் கதைப் பிரிவுகளையும் தயாரிப்பாளர் சிலர் அமைத்துள்ளனர். தேர்வு செய்யப்பட்ட கதைகளைத் திரைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றித் தருவதிலும் காட்சி அமைப்பதிலும் உரையாடல் எழுதுவதிலும் கதைப் பிரிவு உதவும்.

திரைக் கதையில் உள்ள நிகழ்ச்சிகளின் வரிசையிலேயே காட்சிகளைப் படமெடுப்பது விரும்பத்தக்கது என்றாலும் பொருளாதாரக் காரணங்களால் ஒரு குறிப்பிட்ட அரங்க அமைப்பில் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளைத் தொடர்ச்சியாகப் படமெடுத்து விடுவது வசதியானது. இதன் மூலம் அந்த அரங்க அமைப்பை எடுத்து விட்டு வேறு காட்சிகளுக்கான அரங்க அமைப்பை அதே இடத்தில் நிறுவிக் கொள்ளவும் முடியும். இதன் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட நடிகர் பங்கு கொள்ள வேண்டிய காட்சிகளையும் எடுத்து முடித்து அவரை விரைவாக விடுவிக்கவும் இயலும். ஒவ்வொரு காட்சியும் சாதாரணமாக வெவ்வேறு ஒளிப்படக் கருவிகளால் வெவ்வேறு கோணங்களில் படமெடுக்கப்படும். இதன் மூலம் சிறப்பாக அமையும் காட்சிகளை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்து இறுதித் தொகுப்பில் சேர்த்துக் கொள்வர். குறிப்பிட்ட கட்டங்களில் குறிப்பிட்ட நடிகரின் முகத்தைப் பெரிதாகக் காட்டுவதன் மூலம் அவருடைய முகபாவங்களைத் தெளிவாக்க முடிகிறது. பெருங்கூட்டம் அல்லது பரந்த காட்சிகளைக் காட்டத் தொலைவிலிருந்து படமெடுக்கும் முறை கையாளப்படுகிறது.

ஒலித் தடங்கள் தனியாகக் குறை படலம் (negative) அல்லது காந்த நாடாவில் பதிவு செய்யப்பட்டு மிகை (positive) படியெடுக்கும்போது வாயசைப்புக்கு ஏற்றவாறு பொருத்தப்படும். ஒவ்வொரு திரைப்படத்துக்கும் எனத் தனியாகப் பின்னணி இசைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. காட்சிகளில் நிலவும் உணர்ச்சிகளுக்கு ஏற்றவாறு இசையமைப்பது எளிய செயல் அன்று. இசையமைப்பாளர்களின் எண்ணிக்கை எப்போதும் குறைவாகவே உள்ளது. பாடல்களுக்கு இசையமைப்பதும் மெட்டுக் கேற்றவாறு பாடல் எழுதுவதும் வழக்கத்தில் உள்ளன. பாடல்கள் நடிகர்களின் எண்ணங்களை வெளிப்படுத்துபவையாகவும் கதைப்போக்கை விவரிப்பவையாகவும் அமைகின்றன. தொடக்க காலங்களில் நடக்கும்போதே நடிகர் பாடுவதும் படப்பிடிப்பின் போதே ஒலிப்பதிவு செய்வதும் வழக்கமாயிருந்தன. பிற்காலத்தில் தனிப்பட்ட குரல் வளம் கொண்ட பாடகர்கள் நடிகர்களுக்காகப் பாடுவது வழக்கமாயிற்று. கவிஞர்களின் பாடல்கள் தனித் தன்மையுடன் அமைக்கப்பட்ட ஒலிப் பதிவுக் கூடங்களில் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. தொடக்கத்தில் வாய்ப்பாட்டும் கருவிகளின் இசையும் ஒருசேரப் பதிவு செய்யப்பட்டன. பிற்காலத்தில் பல தடப் பதிவு முறைகள் உருவாக்கப்பட்டு வாய்ப்பாட்டும் பின்னணி இசைகளும் தனித்தனியாகப் பதிவு செய்யப்பட்டு இணைக்கப்படுகின்றன. காட்சிகளுக்கேற்ற பின்னணி இசை வாத்தியக் கலைஞர்கள் விரும்பும் வகையில் அமைக்கப்படுகிறது. வெளிப்புறப் படப்பிடிப்புகளின் போது நடிகர்களின் உரையாடல்கள் தனியாகப் பதிவு செய்யப்பட்டுப் பின்னர் படச் சுருளில் இணைக்கப்படுகின்றன. இடியோசை பறவைகளின் குரல் போன்ற தேவையான ஒலிகள் முன்பே பதிவு செய்யப்பட்டுத் தொகுத்து வைக்கப் பட்டிருக்கும். தேவையான இடங்களில் அவை இணைத்துக் கொள்ளப்படும். மிகைப்படலச் சுருள்களின் விளிம்பில் இந்த ஒலித்தடம் மாறும் அகலமுள்ள பட்டையாகவோ அல்லது மாறும் அடர்த்தியுள்ள பட்டையாகவோ அமைந்திருக்கும். திரையரங்குகளில் உள்ள பட வீழ்த்திகளில் இந்த ஒலித் தடத்தை ஒலியாக மாற்றும் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

திரைப்படங்களை மக்கள் விருப்பத்துடன் பார்க்குமாறு தூண்டுவது அவற்றில் காட்டப்படும் தந்திரக் காட்சிகளாகும். தந்திரக் காட்சிகளை வல்லுநர்களே அமைக்க முடியும். படப் பிடிப்புத் தளங்களிலேயே எடுக்கப்படுகிற மழைக் காட்சிகளும் பெரும் மாளிகைகளும் தந்திரக் காட்சிகளேயாகும். சிறப்பு வகை வில்லைகளும் ஒளிப் படமெடுப்பதில் சில உத்திகளும் இத்தகைய தந்திரக் காட்சிகளை உருவாக்குகின்றன. ஒரே படலத்தில் பல உருவங்களைப் பதிவு செய்வது பொம்மை அளவு அரங்குகளை அமைத்துப் படமெடுப்பது திரைச் சீலைகளில் ஓவியங்களைத் தீட்டி விரிந்த காட்சிகளாகத் தோற்றமளிக்கச் செய்வது போன்ற பல உத்திகள் தந்திரக் காட்சிகளை உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன. மேடை நாடகத்திற்கும் திரைப்படத்திற்கும் உள்ள அடிப்படை வேறுபாடுகளில் தந்திரக் காட்சியும் அடங்கும்.

உட்புற, வெளிப்புறக் காட்சிகளில் அரங்க அமைப்பு களும் காட்சி அமைப்புகளும் சிறப்பாக அமைய அரங்க வடிவமைப்பாளர்களும் கலை வல்லுநர்களும் உதவு கின்றனர். வரலாற்றுப் பின்னணியுள்ள திரைப் படங்களில் இவர்களின் பணி இன்றியமையாதது. கதை நிகழும் காலத்தில் அமைந்திருந்த கட்டட அமைப்பையும் ஆடை அணிகளையும் இவர்கள் நன்கு வெளிப்படுத்த வேண்டும்.

திரைப்படத் தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களாக ஒளிப்பதிவாளர்கள் அமைகிறார்கள். படப்பிடிப்பின்போது ஒளியமைப்பு இருக்க வேண்டிய அளவுகளை முடிவு செய்வதும் ஒளி உமிழும் விளக்குகளை எவ்வெவ் விடங்களில் அமைக்க வேண்டுமென்பதை அறுதியிடுவதும் நடிகர்களையும் காட்சிகளையும் சிறப்பாக வெளிப்படுத்தும் படப்பிடிப்புக் கோணங்களில் கருவிகளை அமைப்பதும் இவர்களுடைய பணியாகும். ஒரு தலைமை ஒளிப்படப் பதிவாளரின் கீழ், படமெடுக்கும் கருவியை இயக்குபவர் விளக்குகளைக் கையாளுகிறவர், மின் விளக்குப் பொறியாளர் அடங்கிய ஒரு குழு செயல்படும். பதிவு செய்யப்பட்ட குறைபடலச் சுருள்களை நன் முறையில் உருத்தோற்றம் செய்து அவற்றிலிருந்து சிறப்பான மிகைபடலப் படிகளை எடுக்கும் பணியாளர்களும் இவர்களில் அடங்குவர். எனவே திரைப்டத்தை உருவாக்குவது ஒரு கூட்டு முயற்சியே ஆகும்.

இயக்குநர் பணி. திரைப்பட இயக்குநரின் பணி ஓர் ஆக்கப் பணியாகும். எழுத்து வடிவிலுள்ள ஒரு கதையைக் காட்சி வடிவில் உயிரூட்டுவது அவருடைய திறமையாகும். திரைப்படத்தின் வெவ்வேறு கூறுகளைச் சரியான விகிதத்திலும் நேரத்திலும் ஒருங்கிணைத்துத் தங்கு தடையின்றி உணர்ச்சியூட்டும் முழுப் பொருளாக இயக்குநர் மாற்றுகிறார். கதை, காட்சி அமைப்பு, மேடை அமைப்பு, நடிப்பு, ஒளிப்பதிவு, படச் சுருள்களை வெட்டி ஒட்டி நீக்கிச் சேர்த்துக் கோவையான வடிவம் தரும் தொகுப்பு (editing) ஒலி இசையமைப்பு ஆகிய துறைகளையும் அவர் தம் ஆளுகையில் வைத்துள்ளார். நடிப்பையும் காட்சிகளையுமே படமெடுத்துக் கொண்டு போகாமல் தம் கற்பனைத் திறனையும் ஆக்கச் சிந்தனையும் கலை நுகர்வு உணர்ச்சிகளையும் தமக்கே உரித்தான செயல்பாட்டு முறைகளையும் ஒவ்வொரு கட்சியிலும் வெளிப்படும்படிச் செய்வதே ஒரு சிறந்த இயக்குநரின் கடமையாகும். படப்பிடிப்பின் ஒவ்வொரு கூறுடனும் அறிமுகம் கொண்டு தம் பட்டறிவையும் கற்பனைத் திறனையும் சரியான விகிதத்தில் கலந்து மக்களின் மனத்தைக் கவரும் வகையில் ஒரு முழுமையான திரைப் படத்தை உருவாக்கித் தருகிறவரே ஒரு சிறந்த இயக்குநர் ஆவார்.

இயக்குநரும் படப்பிடிப்பாளரும் சேர்ந்து உழைத்து ஒரு காட்சியை மக்களின் மனத்தில் ஆழமான தாக்கத்தை ஏற்படுத்துமாறு படமாக்கிவிடலாம். திரையில் தோன்றும் பொருள் எவ்விதமான விளைவை ஏற்படுத்த வேண்டும் என்பதைப் பொறுத்து அதைத் தொலைவிலிருந்து பட மெடுத்தல் (long shot), நடுமைப் படமெடுத்தல் (medium shot), நெருங்கிப் படமெடுத்தல் (closeup shot) என்னும் வகையில் அமைத்துத் திரையில் அது சிறியதாக அல்லது மிகப் பெரியதாகத் தோன்றுமாறும் செய்யலாம். அடுத்து ஒரு காட்சியில் பங்கு பெறுகிற நடிகர்களும் பொருள்களும் இருக்க வேண்டிய இடங்களைத் தேர்ந்து அந்தக் காட்சி மனம் கவரும் வரையில் திரையில் தோன்றத் தேவையான படப்பிடிப்புக் கோணத்தையும் விளக்கொளிப் பொலிவு களையும் படப்பிடிப்பு வில்லைகளின் வகைகளையும் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்வது படப்பிடிப்பாளரின் கடமை. பெருங் கூட்டத்தைக் காட்டு வதற்குப் படப்பிடிப்புக் கருவி விசை யேற்றிகள் கொண்டு உயரத்தில் பொருத்தப்படும். விரிந்த காட்சிகளைப் படமெடுக்கப் படப்பிடிப்புக் கருவி கிடையாகப் பொருத்தப்படும். படமெடுக்கும் கருவியை வண்டிகளில் வைத்து முன்னும் பின்னும் அல்லது பக்கவாட்டில் நகர்த்துவதன் மூலம் பல புதுமை விளைவுகளை உண்டாக்கலாம். நடப்பவர், ஓடுபவர் ஆகியோருடன் அதே வேகத்தில் நகர்ந்து படமெடுத்தல், அவரைவிட வேகமாகச் சென்று முந்துதல், அவரை விட மெதுவாகச் சென்று அவரைத் தொலைவில் சென்று மறையச் செய்தல் போன்ற படப் பதிவுகள் வண்டிப் படப்பிடிப்பு (truck shot) எனப்படும். விசையேற்றியிலிருந்து படமெடுப்பது விசையேற்றிப் படப்பிடிப்பு (crande shot) எனப்படும். வண்டிப் படிப்பிடிப்பின்போது படிப்பிடிப்புக் கருவி மேலே

உயர்த்தப்பட்டால் அது ஏறு படப்பிடிப்பு (boom shot) எனலாம். கருவியை ஒரே இடத்தில் நிறுத்தி அதை ஒரு செங்குத்து அச்சைச் சுற்றிச் சுழற்றிக் கிடைத்தள அசைவுகளை அல்லது விரிகாட்சிகளைப் படமெடுப்பது சுழல் படப்பிடிப்பு (panning) ஆகும். படமெடுக்கும் கருவியைக் கிடை அச்சைச் சுற்றிச் சுழற்றி உயரமான கட்டடம் அல்லது மரங்களைப் படமெடுப்பது நிமிர்த்தல் (tilting) முறையாகும்.

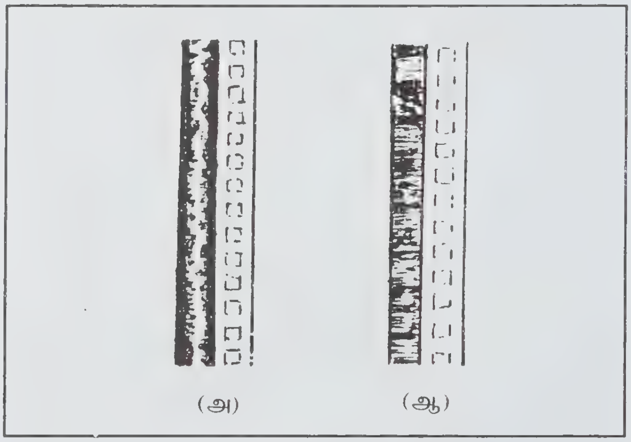
வெவ்வேறு வகையான வில்லைகளைப் பயன் படுத்துவதன் மூலம் அரங்கக் கூட்டமைப்பு, இயக்கம் ஆழ் காட்சியுணர்வு (perspective) போன்றவற்றில் வியப்பூட்டும் விளைவுகளை உண்டாக்க முடியும். அகலக் கோண வில்லை (wide angle lens) ஆழ் உயர்வை மேம்படுத்தும் இயக்கங்களைக் காட்டும். பெரும் குவிய வில்லைகள் தொலைவுணர்வைக் குறைக்கும். இவை நெருங்கிய படமெடுப்பிலும் செய்திப் படமெடுப்பிலும் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. அகலக் கோண வில்லைகள் தொலைவுப் படமெடுப்பதில் பயன்படும்.

திரைக்கதை. திரைக்கதையை எழுதுவது அடிப்படையாகும். திரைக்கதை சிறு குறிப்பாகவோ நாடக வடிவாகவோ இருக்கலாம். கதையைப் பல கூறுகளாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு கூறிலும் எவ்வெவ் நிகழ்வுகள் நடைபெற வேண்டுமென்று திட்டமிட்டு அவற்றுக்கு இடையில் ஒரு தொடர்பை ஏற்படுத்திவிடுவதே திரைக்கதை அமைப்பவரின் பணியாகும்.

அரங்க அமைப்பு. படமெடுப்பதற்கு வெயில் தேவைப் பட்டமையால் தொடக்க காலத்தில் அரங்கங்கள் திறந்த வெளியில் அமைக்கப்பட்டன. பிறகு கண்ணாடிக் கூரை களைக் கொண்ட படப்பிடிப்புத் தளங்கள் வந்தன. காட்சிக்குத் தேவையான பொருள்கள் திரைகளில் ஓவியங்களாகத் தீட்டப்பட்டுப் பொருத்தப்பட்டன. திரைப்படத் தொழில் முன்னேறி விரிவடைந்தபோது அரங்க அமைப்பு ஒரு தனித் திறமையான பிரிவாகிவிட்டது. கட்டட வடிவமைப்பாளர், தச்சர், உலோக வார்ப்பாளர், சிற்பி, ஓவியர் போன்ற பல துறை வல்லுநரின் ஒத்துழைப்பு இதற்குத் தேவையாகும்.

தொழில் நுட்பம். திரைப்படத் தொழில் நுட்பம் என்பது அறிவியல், பொறியியலின் பெரும் பணியாகும். ஆனால் ஒரு படம் வெற்றி பெறுவதற்கும் தோல்வியடைவதற்கும் இந்தத் தொழில் நுட்பங்கள் பொறுப்பாகா. அறிவியல் துறையிலும் பொறியியல் துறையிலும் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்களைத் திரைப்படத் தொழில் முழுமையாகப் பயன்படுத்திக் கொண்டுள்ளது. எடிசன் 1990 ஆம் ஆண்டு திரைப்பட மெடுத்தபோது வைத்துக் கொண்ட படச் சுருள்களின் அகலம் ஏறத்தாழ 50 ஆண்டுகளுக்குச் செந்தர அளவாக நீடித்தது.

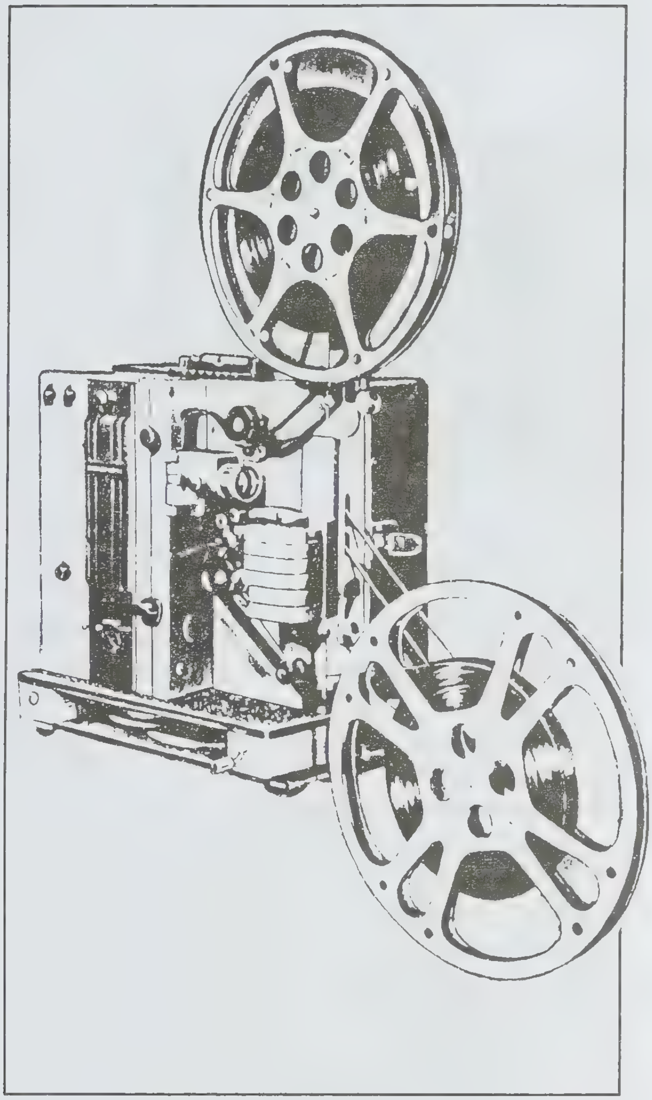
1920 இல் பேசும் படங்கள் வந்த போது ஒலித் தடத்துக்கு இடமளிப்பதற்காகப் படச் சுருளின் அகலமும் வேகமும் மாற்றியமைக்கப்பட்டன. படலத்தில் உள்ள படத்தின் நீள,அகலம், அதன் விளிம்பில் உள்ள துளைகளின் அளவு, தொலைவு, திரையின் நீள அகலம் ஆகியவை செந்தரமாக்கப்பட்டமையால் திரைப்படங்களை உலக அளவில் திரையிட முடிந்தது. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின் அகன்ற திரைகளும், காந்த ஒலிப்பதிவு முறைகளும் அறிமுகமாயின. 20ஆம் நூற்றாண்டில் படப் படலங்கள் தேவைப்படாத வீடியோ கருவிகள் பரவலாகத் தோன்றின. தொலைக் காட்சியின் போட்டிக்குத் தீர்வுகாண அகன்ற திரைகளும், சினிமா போன்ற உத்திகளும் உருவாயின. தாமும் திரையில் நிகழும் நிகழ்வுகளில் பங்கு கொள்வது போன்ற மாய உணர்வை ஒலி, ஒளி மூலம் கலைஞர்க்கு உண்டாக்கப் புதுப் புனைவுகள் மூலம் திரைப்படத் துறை தொடர்ந்து முயன்று வந்துள்ளது. இயல்பான வண்ணங்களைக் கொண்ட படங்களை உருவாக்கிக் காட்டுவதிலும் வியப்பூட்டும் வெற்றி பெற்றுள்ளது. ஒலிகளைச் சிறப்பாகப் பதிவு செய்வதிலும், அவற்றை ஒலி மீட்புச் செய்வதிலும் மின்னணுவியலும் கட்டட ஒலியியல் (acoustics) தத்துவங்களும் உதவுகின்றன.



படம் 2 - ஒலிப்பதிவு

(அ) மாறும் அகல ஒலிப்பதிவு
(ஆ) மாறும் அடர்த்தி ஒலிப்பதிவு

திரைப்படம் காட்டும் கருவியிலும் பெருத்த முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. திரைப்படச் சுருள் என்பது அசையாப் படங்களின் ஒரு நீள் வரிசையாகும். அடைப்புக் கதவுகள், விட்டு விட்டு இயங்கும் பற்சக்கரங்கள்

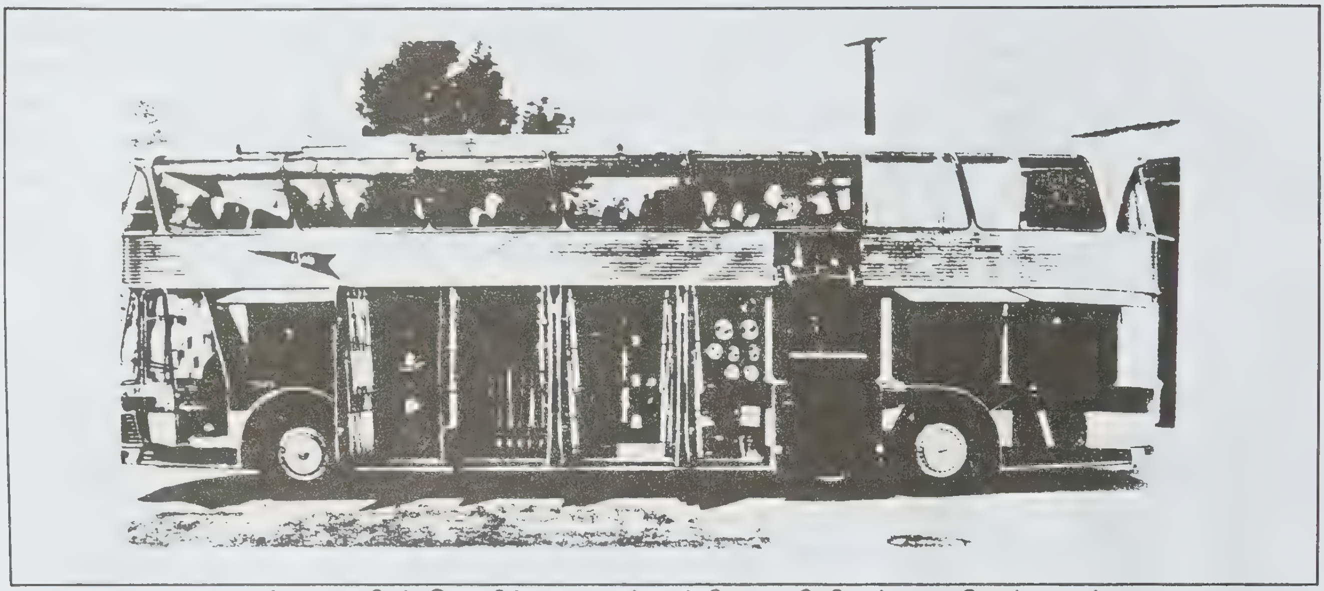


படம் 3 . 16 மி.மீ. படவீழ்த்தி

ஆகியவற்றின் உதவியால் படமெடுக்கும்போதும், படம் காட்டப்படும் போதும் படச் சுருள் அசையாமல் நிறுத்தி வைக்கப்படும். ஒரு நொடியில் 24 படங்கள் எடுக்கப்படு கின்றன அல்லது காட்டப்படுகின்றன. இது 35 மி.மீ. அகலமுள்ள சுருளுக்குக் கையாளப்படும் பொதுவான முறை. கண்ணுக்குப் பார்வை நீடிப்பு (persistance of vision) என்னும் இயல்புள்ளமையால், திரையில் உருவங்கள் அசைவதை உணர முடிகிறது.

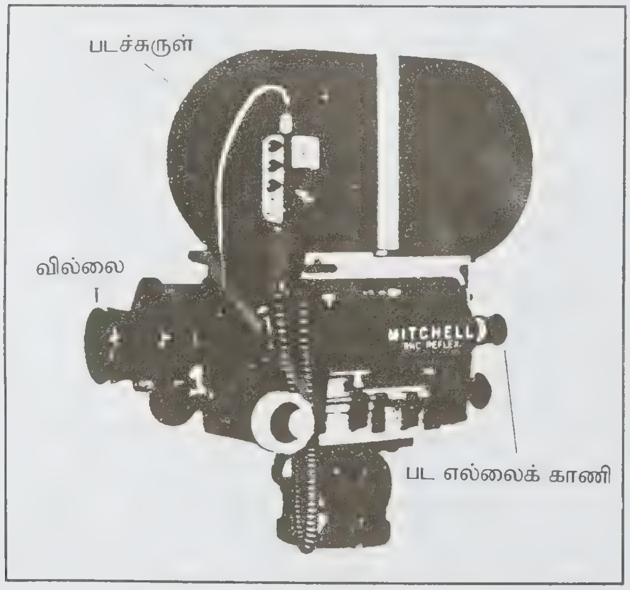
1870 ஆம் ஆண்டில் பில்லியர்ட்ஸ் பந்துகளை உருவாக்கத் தந்தத்துக்கு மாற்றாக வேறு பொருளைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டிருந்த ஜான் வெஸ்லி ஹயாத் என்னும் அமெரிக்கர் செல்லுலாய்டு என்னும் பொருளைக் கண்டுபிடித்தார். 1887 ஆம் ஆண்டில் ஹனிபால் வில்லிஸ்டன் குட்வின் பாதிரியார் ஒளி ஊடுருவக்கூடிய செல்லுலாய்டு ஒளிப்படப் படலத்திற்கான உரிமைப் பதிவைப் பெற்றார். அடுத்த ஆண்டில் ஜான் கார்பட் என்னும் அமெரிக்கர் நீண்ட செல்லுலாய்டு பட்டைகளில் ஒளி வேதிக் குழம்புகளைப் பூசிப் பொருத்துவதில் வெற்றி கண்டார். அந்தப் பட்டைகளைப் பயன்படுத்தி எடிசன் அசையும் படங்களை எடுத்தார். 1870 ஆம் ஆண்டில் வில்லியம் ஹென்றி பாக்ஸ் டால்போட் என்னும் ஆங்கிலேயரும் செல்லுலாய்டு படலத்தில் ஒளிப்படச் சுருள்களை உருவாக்குவதில் ஓரளவு வெற்றி பெற்றார். ஆயினும் ஈஸ்ட்மேன் உருவாக்கிய நைட்ரோ செல்லுலோஸ் படலமே இறுதியில் நிலைத்தது.ஈஸ்ட்மேன் நிறுவனம் தயாரித்த சுருள்களை எடிசன் பயன்படுத்திய போது ஒரு படக்கட்டத்துக்கு நான்கு வீதம் படலத்தின் விளிம்புகளில் பற்சக்கரம் பொருந்துகிற துளைகளை இட்டார். அவர் வைத்துக் கொண்ட படப் பரிமாணங்கள் 35 மி.மீ. படச் சுருளைப் பொறுத்த வரை ஏறத்தாழ 50 ஆண்டுகளுக்கு அனைவராலும் கையாளப்பட்டன. 1950 ஆம் ஆண்டு வரை 35 மி.மீ. படலம் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் என்னும் பொருளால் ஆக்கப்பட்டு வந்தது. அது எளிதில் தீப்பிடிக்கக் கூடியதாகவும், எரியும் போது நச்சு வளிமங்களை வெளியிடுவதாயும் இருந்தது. 1950-க்குப் பிறகு செல்லுலோஸ் டிரை அசெட்டேட் எனும் பொருள், படச் சுருள்களை உருவாக்கப் பயன்படத் தொடங்கியது. இது எளிதில் தீப்பிடிக்காதது. 1956 ஆம் ஆண்டில் டு பாண்ட் நிறுவனம் பாலியஸ்டரால் ஆன படச்சுருள்களை விற்பனைக்கு விட்டது. அசெட்டேட் படலங்களை விடப் பல விதங்களில் மேம்பட்ட இது டைமெத்தில் டெரப்தலேட், எத்திலீன் கிளைக்கால் ஆகியவற்றிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டது.

கறுப்பு-வெள்ளைப் படங்களை எடுக்கும் படலங்களின் படப் பதிவு வேகம் கூடக் கூட வேதிக் குருணைகள் (grains) மிகுதியாகும். குறுணைகள் சிறியவாயிருந்தால் தான் திரையில் உருத்தோற்றத்தைப் பெரிதாகக் காட்ட முடியும். ஆகவே படப் பதிவு வேகத்திற்கும் குருணைகளின் அளவுக்கும் ஒத்துப்போகும். வகையில் படலங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. படப் பதிவு வேகம் மிகவும் அதிகமாயிருந்தால் தான் செயற்கையான ஒளியில் சிறப்பாகப் படமெடுக்க முடியும். ஒலிப்பதிவு செய்வதற்கான படலங்கள் ஒளிப்பதிவுக்கான படலங்களிலிருந்து வேறுபட்ட தன்மை கொண்டவை.



படம் 4 - விண்வெளிப் பயணம் பற்றிய அறிவியல் - புதினப் படம்

வண்ணப் படங்கள் 20 ஆம் நூற்றாண்டின் வியத்தகு முன்னேற்றமாகும் திரைப்படம் தோன்றுவதற்கு முன்பே அசையும் வண்ணப் படங்களைத் தயாரிக்கும் முயற்சி தோன்றிவிட்டது. 1864 ஆம் ஆண்டில் லூயிஸ் டூகோஸ்டு ஹாரோன் என்னும் ஃபிரஞ்சுக்காரர் அசையும் வண்ணப் படங்களைக் காட்டுகிற கருவிக்கு உரிமைப் பதிவு பெற்றார். சில ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அவர் வண்ணப் படமெடுக்கும் படலங்களைக் கண்டுபிடித்தார். ஆனால் அவருக்குச் சரியான மூலப் பொருள்கள் கிடைக்காமையால் அவருடைய முயற்சிகள் செயலுருவம் பெறவில்லை.



படம் 5. தொலை அணிமையாக்கும் வில்லை மற்றும் நிழல்பட எல்லைக் காணியைக் கொண்ட இயக்கப்பட ஒளிப்படப்பெட்டி

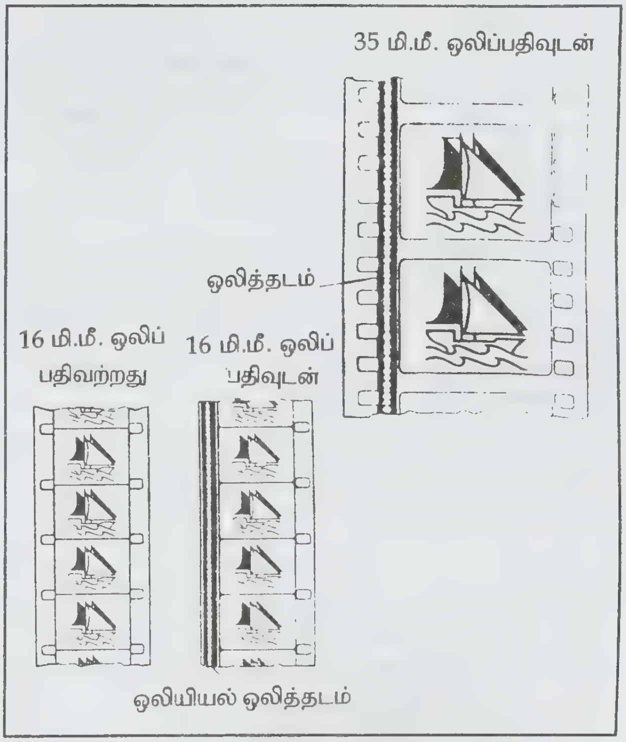
நிறப்பார்வை என்பது உளவியல், உடற் செயலியல், தொழில் நுட்பவியல் சார்ந்தது. ஒரே நிறம் வெவ்வேறு நபர்களுக்கு வெவ்வேறு சாயல்களில் புலப்படும். வண்ணப் படங்களில் இருவகையுண்டு; கூட்டல் வகையில் (additive) படம் செய்யும்போது கண்ணின் தன்மை, மூளையின் செயல்பாடு, பார்வைச் செயல்பாடு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வண்ண உணர்வு தோன்றும். கழித்தல் வகை (subtractive) வண்ணப் படங்களில் பல நிறப் படலங்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக வைப்பது அல்லது பல நிறப் புள்ளிகளைக் கலந்து வைப்பதன் மூலம் வண்ண உணர்வு தோற்றுவிக்கப்படும். சம நேர வண்ணப் படங்களில் (simultaneous colour pictures) அனைத்து நிறங்களும் ஒரே நேரத்தில் கண்ணில் புகும். வரிசை வண்ணப் படங்களில் (sequential) ஒரு நிறத்தை அடுத்து, அடுத்த நிறம் விரைவாகக் கண்ணில் புகும். கண்ணும் மூளையும் அவற்றைத் தொகுத்து வண்ண உணர்வைப் பெறுகின்றன. கழித்தல் வண்ணப் படங்களில் மஞ்சள், சயான் (பசும் நீலம்) மஜெந்தா ஆகியவை அடிப்படை நிறங்களாகும். இவற்றைத் தகுந்த விகிதத்தில் கலந்து பெரும் எண்ணிக்கையிலான வண்ணச் சாயல்களை உண்டாக்க முடியும். கூட்டல் வண்ணப் படங்களில் சிவப்பு,பச்சை, நீலம் ஆகியவை அடிப்படை நிறங்கள். ஈஸ்ட்மென் வண்ணக் குறைபடலத்தில் மூன்று அடிப்படை நிறங்களைப் பதிவு செய்யும் மூன்று தனித் தனிக் குழம்பு அடுக்குகள் ஒரே தளத்தில் பொருத்தப்பட்டிருந்தன. வண்ணப் படலங்களின்

ஒளிப்பதிவு வேகம் கறுப்பு-வெள்ளைப் படலங்களைவிடக் குறைவேயாகும். அத்துடன் அவற்றைத் தயாரிப்பதற்கும் உருத்தொடக்கம் செய்வதற்கும் படி எடுப்பதற்கும் செலவு மிகும். டெக்னிக்கலர் என்னும் முறையில் படம் பதிவு செய்வதற்குப் படப் பிடிப்புக் கருவிகளில் முப்பட்டகங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மிகைப்படலப் படிகள் மாட்ரிக்ஸ் (matrix) முறையில் அச்சிடப்படுகின்றன. இது காகித மூவண்ணப் படங்களை அச்சிடுகிற முறையை ஒத்தது.

படமெடுக்கும் கருவி(camera) எடிசன் காலத்திலிருந்து சிறிதளவே மாற்றமடைந்திருக்கிறது. ஓர் ஒளி மூலத்திலிருந்து வரும் ஒளி படலத்தின் மேல் வில்லைகளின் மூலம் குவிக்கப்படுகின்றன. நொடிக்கு 24 படங்கள் வீதம், 2 படங்களுக்கிடையில் மெல்லிய இடைவெளி விழுகிற வகையில் பதிவாகுமாறு படப் படலச் சுருள் விட்டு விட்டு நகர்த்தப்படுகிறது. பேசும் படங்கள் வந்ததும் படமெடுக்கும் கருவியிலிருந்து ஓசை எழாமல் தடுக்க வேண்டியதாயிற்று. நவீன படப்பிடிப்புக் கருவிகள் ஒளிப்பதிவு செய்யும்போதே ஒலியையும் பதிவு செய்கின்றன. முப்பரிமாணப் படங்களை எடுக்கும் கருவிகளில் இரட்டைப் படப்பதிவு அமைப்புகள் உள்ளன. அகலத் திரைப்படங்களை எடுக்கச் சிறப்பான வடிவமைப்புடன் கூடிய கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

வண்ணமும் ஒலியும் இராவிடில் திரைப்படத் தொழில் இத்தகைய முன்னேற்றமும், மக்களின் ஆதரவும் பெற்றிருக்காது. 1877 ஆம் ஆண்டில் வோர்ட்ஸ்வொர்த் டோனிஸ்தோர்ப் என்னும் ஆங்கிலேயர் அசையும் படங்காட்டும் கருவியுடன், எடிசனின் போனோகிராப் (phonograh) என்னும் கருவியை இணைத்துக் கைனசிகிராப் (kinesigraph) என்னும் பேசும் படக் கருவியை உருவாக்கினார். 1887 இல் எடிசனும் அதே போன்று ஒரு கருவியை அமைத்தார். ஆனால் ஒலியையும் வாயசைவையும் ஒன்றுபடுத்துவது எளிதாக இல்லை. 1926, 27 ஆம் ஆண்டுகளில் தட்டுகளில் பதிவு செய்யப்பட்ட ஒலியுடன் கூடிய பேசும் படங்கள் வார்னர் நிறுவனத்தால் வெளியிடப்பட்டுப் பெரும் வெற்றியடைந்தன. பிறகு ஒலியைப் படச் சுருளிலேயே பதிவு செய்யும் முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

படச் சுருளில் மாறும் அகலப் பதிவு, மாறும் அடர்த்திப் பதிவு என இரண்டு முறைகளில் ஒலிப்பதிவு செய்யலாம். முதல் முறையில், ஒளி, ஒலி வாங்கியில் (mike) மின் அலைகளாக மாற்றப்பட்டுப் பெருக்கிகளின் (amplifiers) உதவியால் பெருக்கப்பட்டு ஒரு கால்வனா அளவுக்குள் செலுத்தப்படும். கால்வனா அளவியின் மூலமாக ஒரு மெல்லிய ஒளிக்கற்றை செலுத்தப்பட்டு ஒலிப்பதிவுப் படலத்தில் விழும். மின்னலைகளில் ஏற்படும் செறிவு மாற்றம் காரணமாகக் கால்வனா அளவியின் துளை அகலம் மாறும் போது ஒலிப் பதிவுப் படலத்தில் மாறும் அகலமுள்ள ஒளிப் பட்டை தொடர்ந்து பதிவாகும். அடர்ந்த மாறுகிற ஒலிப்பதிவு முறையில் ஓர் ஒளி உமிழ் தடுக்கிதழில் (valve) மின் அலைகள் செலுத்தப்படும், மின்னலைகளின் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒத்த மாற்றங்கள் தடுக்கித ழிலிலிருந்து வரும் ஒளியின் செறிவிலும் ஏற்படும். அவை ஒலிப்பதிவுப் படலத்தில் படும்போது கறுப்பிலிருந்து வெள்ளை வரை வெவ்வேறு செறிவுகளில் பதிவுகள் தோன்றும்.

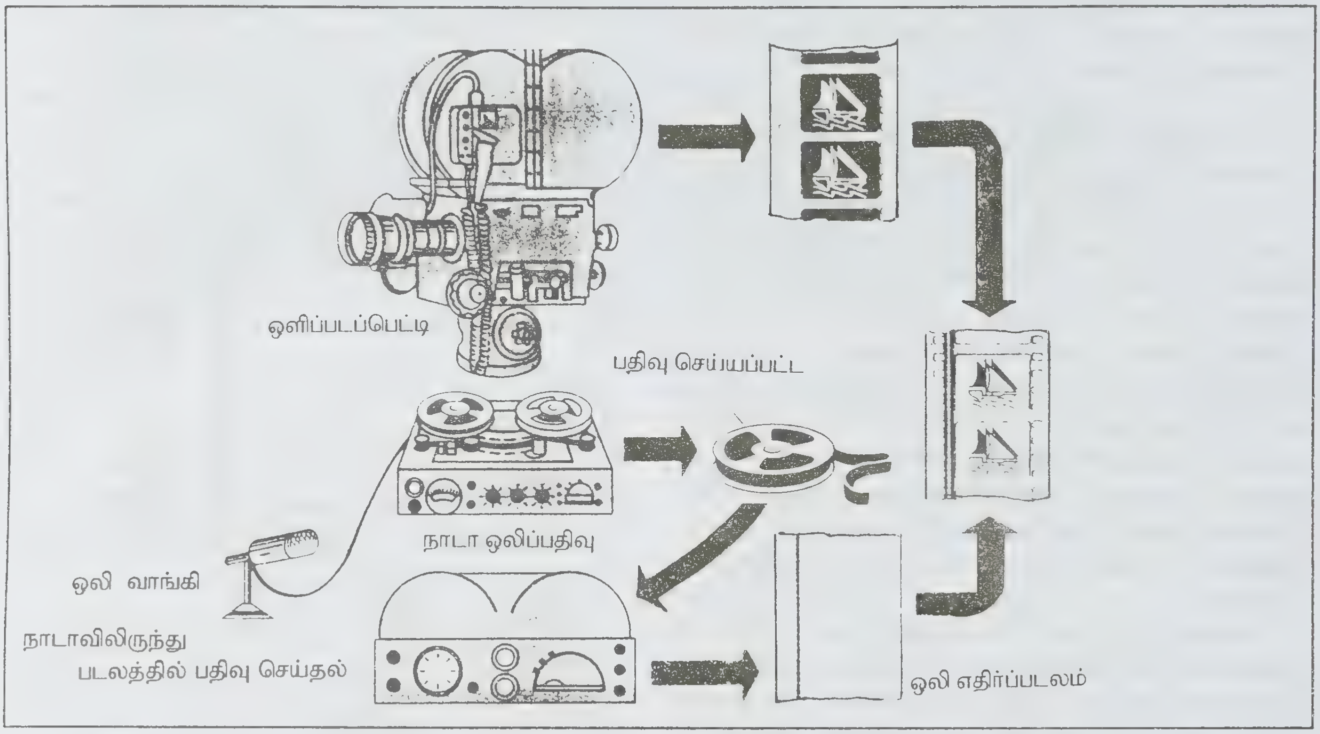


படம் 6. பொதுவான படல அமைப்புகள்

இரு வகையான பதிவுகளையும் ஒலியாக மாற்றுவது ஒரே முறையில் நிகழ்கிறது. ஒலித்தடத்தின் வழியாகச் சீரான, செறிவுள்ள மெல்லிய ஒளிக் கற்றை செலுத்தப்பட்டு மறுபுறத்திலுள்ள ஒளி மின் கலத்தில் விழுகிறது. ஒலித் தடத்தின் அகலம் அல்லது செறிவுக்கு ஏற்றவாறு மாறுகிற செறிவுள்ள ஒளிப் படலத்தைக் கடந்து வந்து ஒளி மின்கலத்தில் விழுந்தவுடன் அந்த ஒளிச் செறிவில் ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒத்த வலிமை மாற்றங்களுடன் மின்னாற்றல் தோன்றும். அந்த மின்னாற்றலைப் பெருக்கி ஒலி பெருக்கிகளில் செலுத்தினால் ஒலி வெளிப்படும். திரையரங்குகளில் இயல்பாக இந்த ஒலி பெருக்கிகள் திரைக்குப் பின்னர் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒலிப் பதிவிலும் ஒலி

மீட்பிலும் உருக்குலைவுகள் பெருமளவு குறைக்கப்பட்டு இயல்பான ஒலிகளை வெளிப்படுத்தும் கருவிகள் பெரிதும் முன்னேற்றமடைந்துள்ளன. மின்னணுத் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள வளர்ச்சி திரைப்பட ஒலியியலில் பெரிதும் உதவியுள்ளது.

125-7000 ஹெர்ட்ஸ் வரை அதிர்வெண்ணுள்ள ஒலிகளையே பதிவு செய்யவும் மீட்கவும் முடியும். காந்தப் பதிவு முறையில் 20,000 ஹெர்ட்ஸ் வரை அதிர்வெண்களைப் பதிவு செய்யவும் மீட்கவும் முடிகிறது. சினிமாஸ்கோப் வகைப் படங்களில் ஒலிப்பதிவு, காந்த முறையில் செய்யப்படுகிறது. அதில்



படம் 7. ஒலித்தடத்துடன் படலத்தை உருவாக்குதல்

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு இரும்பு ஆக்சைடு பூசப்பட்ட படலங்களில் காந்த முறையில் ஒலியைப் பதிவு செய்யும் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுப் பெருகிப் பரவின. ஒலி வாங்கியிலிருந்து பெருக்கிகள் மூலம் வெளிப்படும் மின்னாற்றல் ஒரு காந்தச் சுருளில் செலுத்தப்படுகிறது. அந்தக் காந்தச் சுருளின் காந்தப் புலச் செறிவு மின்னாற்றலில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப மாறும். இதன் மூலமாக இரும்பு ஆக்சைடு பூசிய பட்டையைச் செலுத்தினால் வெவ்வேறு அளவுகளில் இரும்பு ஆக்சைடின் காந்தத்தன்மை ஏறும். ஒலியை மீட்பதற்கு ஒரு சுருளின் வழியாகப் பட்டையைச் செலுத்தினால் அதிலுள்ள காந்தத் தன்மையில் ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒத்த வகையில் மாற்றம் அடையும் மின்னோட்டம் சுருளில் தோன்றும். இந்த மின்னோட்டத்தைப் பெருக்கி ஒலிபெருக்கிகளில் ஒலியாக மாற்றலாம். காந்தப் பதிவுகளை வேதி முறையில் உருத்துலக்கம் செய்ய வேண்டியதில்லை. காந்தப் பதிவு முறையில் ஒலியின் தரம் உயர்ந்ததாக இருக்கும். ஒளியியல் ஒலிப்பதிவு முறையில் செலவும் குறைவாக ஆவது நன்மையாகும். எளிய தொழில் நுட்பம் காரணமாக அது பரவலாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.

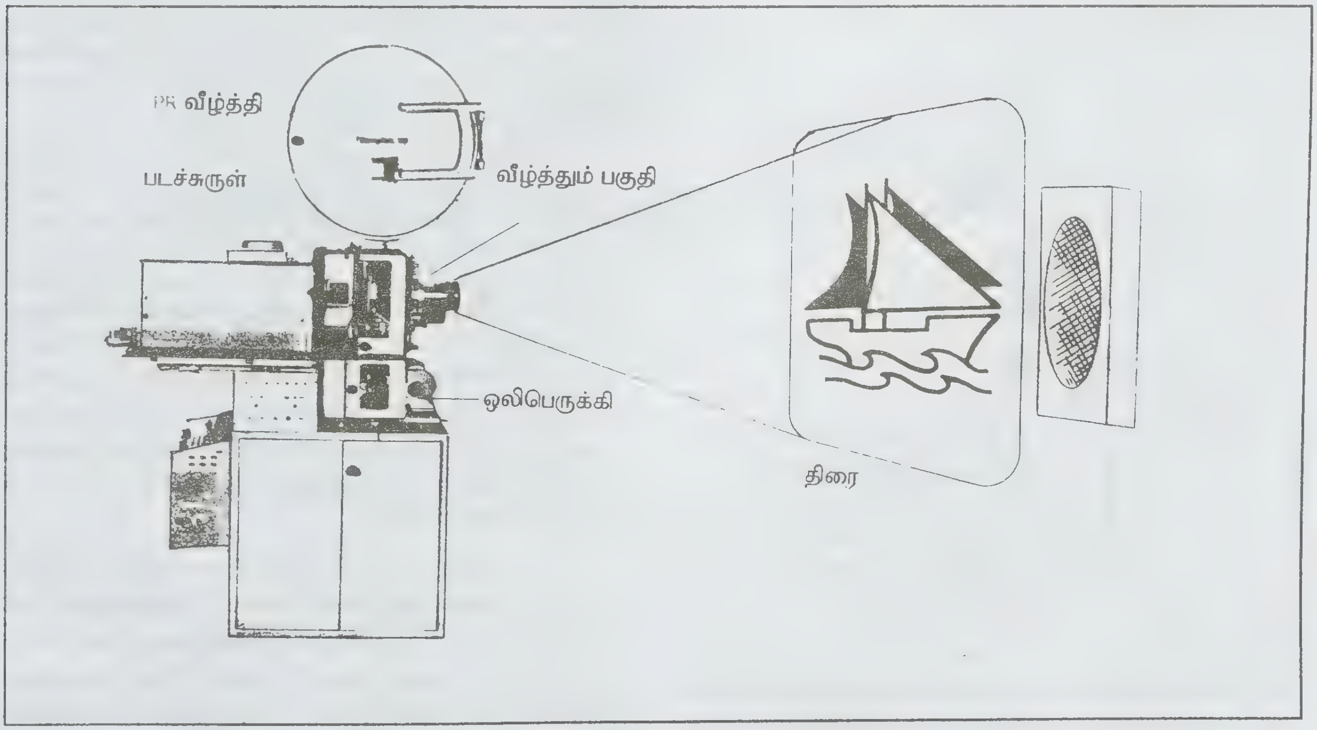
1933 ஆம் ஆண்டில் பெல் தொலைபேசி நிறுவன ஆய்வகம் வாஷிங்டனில் முப்பரிமாண ஒலியமைப்புள்ள (stereophonic) இசை நிகழ்ச்சிப் பதிவை ஒலித்துக் காட்டியது. ஒரு குழுவினர் இசை நிகழ்ச்சியை நடத்தும்போது வெவ்வேறு இடங்களிலுள்ள இசைக் கருவிகளிலிருந்து வரும் ஒலிகள் வெவ்வேறு பாதைகளில் செலுத்தப்படுகின்றன. ஒலி பெருக்கிகளைத் தகுந்த கோணங்களில் வைப்பதன் மூலம் ஒலிகள் அரங்கின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலிருந்து வருவது போன்ற உணர்வு தோன்றும். 1940 ஆம் ஆண்டில் பெல் தொலைபேசி நிறுவனம் நியூயார்க்கில் கார்னீஜி அரங்கில் படலத்தின் பதிவு செய்த முப்பரிமாண ஒலியமைப்பை ஒலித்துக் காட்டியது. வால்ட் டிஸ்னியின் ஃபான்டாசியா (Fantasia) என்னும் திரைப் படத்தில் முதல் முதலாக முப்பரிமாண ஒலி, ஒளியியல் முறையில் பதிவு செய்யப்பட்டது.

திரையரங்குகளில் முப்பரிமாண ஒலியை உண்டாக்குவதற்கு மிகுந்த செலவாயிற்று. 1952 க்குப் பிறகு சினிரமா சினிமாஸ்கோப் படங்களில் காந்த முறையில் பதிவு செய்யப்பட்ட முப்பரிமாண ஒலிப்பதிவுத் தடங்கள் அமைக்கப்பட்டன. 1954 ஆம் ஆண்டில் லோ என்னும் நிறுவனம் பெர்ஸ்பக்ட்-ஏ சவுண்டு (perspect-A-sound) என்னும் ஒளியியல் முறையில் மூன்று தடங்களில் ஒலிப்பதிவு செய்யும் உத்தியை உருவாக்கியது.

எடிசன் காலத்திலிருந்து 4 அலகுகள் அகலமும் 3 அலகுகள் உயரமும் கொண்ட திரைகள் அரங்குகளில் அமைக்கப்பட்டு வந்தன. இந்த அளவு வரையறுக் கப்பட்டதற்குக் குறிப்பான காரணம் எதுவுமில்லை. சதுர வடிவம் கண்ணைக் கவருவதாக இராது என்பது ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். ஆனால் சதுர வடிவத் திரையில் தான் ஒளியை ஒரு சீராகவும் பயனுறு திறத்துடனும் பரப்ப முடியும். எனவே ஓர் உடன்பட்டு ஏற்பாடாக 4X3 என்னும் அளவை எடிசன் பயன்படுத்தினார். 1950 இல் விரிகாட்சிகளைக் காட்டக் கூடிய வகையில் பெரிய திரைகளைப் பயன்படுத்துவதற்கு முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப் பட்டன. அகன்ற திரைகளைப் பயன்படுத்திச் சினிரமா வெற்றி பெற்றதும் பெரிய திரைகளை அமைப்பதற்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்தது.

1952 இல் நியூயார்க் நகரில் முதல் சினிரமாக் காட்சி திரையிடப்பட்டது. இந்த உத்தியை ரால்ப் வாக்கர் என்னும் கட்டட வடிவமைப்பாளர் கண்டுபிடித்தார். மூன்று வில்லைத் தொகுப்புகளைக் கொண்ட ஒரு தனி வகையான படமெடுக்கும் கருவி 146° கோணத்தை உள்ளடக்கி மூன்று 35 மி.மீ அகலப்படச் சுருள்களில் காட்சிகளைப் படமெடுக்கும். அந்த மூன்று சுருள்களும் மூன்று பட வீழ்த்திகள் மூலம் ஒரு வளைந்த திரையில் படமாகக் காட்டப்படும். மூன்று தனித்தனியான உருத்தோற்றங்களும் திரையில் சரியாகப் பொருந்தி ஒரே உருத்தோற்றமாகத் தெரியும். ஆனால் இதற்காகச் சிறப்பு அமைப்புகளுடன் அரங்குகளைத் திருத்தி அமைக்கவும் புதுமையான ஒளி ஒலி அமைப்புகளை நிறுவவும் வேண்டியுள்ளமையால் சினிரமா விரிவாகப் பரவவில்லை.

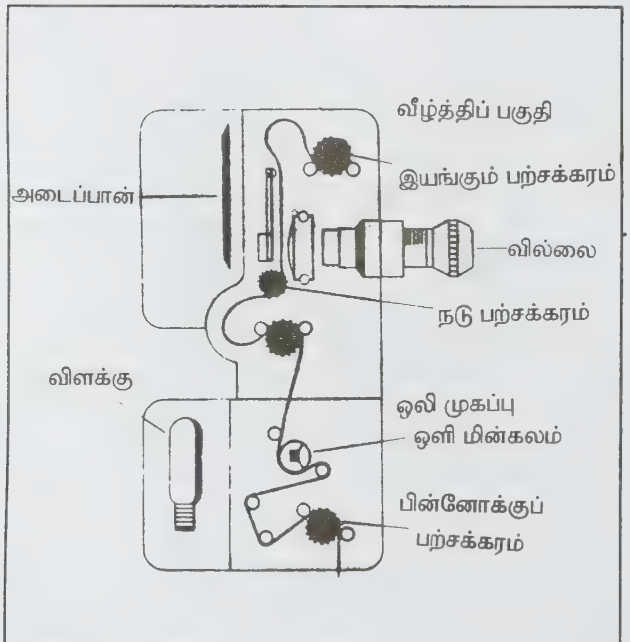
செங்குத்தான திசைகளில் வெவ்வேறு உருப்பெருக் கங்களை உண்டாக்கக்கூடிய பன்மை உருப்பெருக்க வில்லைகள் (anamorphic) பற்றிய ஓர் உரிமைப் பதிவு 1898 ஆம் ஆண்டிலேயே பெறப்பட்டது. ஹென்றி கிரடியன் என்னும் பிரஞ்சு ஒளியியலார் ஒரு பன்மை உருப்பெருக்க அமைப்பை 1927 இல் உருவாக்கினார். ஆயினும் 1953 ஆம் ஆண்டில் தான் ட்வெண்டியத் செஞ்சுரி பாக்ஸ் நிறவனம் அந்த அமைப்பைப் பயன்படுத்திப் புனிதப் போர்வை (The Robe) என்னும் முதல் சினிமாஸ்கோப் படத்தை எடுத்து வெளியிட்டது. படப்பிடிப்புக் கருவியிலும் பட வீழ்த்திகளிலும் பன்மை



படம் 8. இயங்கு படத்தை வீழ்த்துதல்

உருப்பெருக்க வில்லை அமைப்பைப் பொருத்துவது 1956 ஆம் ஆண்டுக்குள் உலக முழுதும் சினிமாஸ்கோப் வசதியுள்ள திரையரங்குகள் பரவிவிட்டன. சினிமாஸ்கோப் சிறிது வளைந்திருக்கும். படவீழ்த்தியில் பன்மை உருப்பெருக்க வில்லை அமைப்பைப் பொருத்த வேண்டியதைத் தவிர, திரையரங்குளில் வேறு எந்த மாற்றத்தையும் செய்யத் தேவையில்லை என்பது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நன்மை, 1954 ஆம் ஆண்டில் ஜோசப் டுஷின்ஸ்கி, இர்விங் டுஷின்ஸ்கி (superscope) என்னும் உத்தியை உருவாக்கினர். அதில் சாதாரண வில்லைகள் வைத்துப் படமெடுத்து அவற்றைச் சினிமாஸ்கோப் படச் சுருளில் நான்கு தடக்காந்த ஒலிப்பதிவு முறை அமைக்கப்படுகிறது. ஒளியியல் முறையில் ஒலிப்பதிவு செய்யப்பட்ட சினிமாஸ்கோப் திரைப்படங்களும் வெளியிடப்படுகின்றன.

சிறிய குறைபடலத்தில் படமெடுத்து அதைப் பெரிதாக்கிப் படி எடுக்கும்போது குறைபடலத்தில் உள்ள குறைகளும் பெரியனவாகத் தெரியும். அவ்வாறே சிறிய படலத்திலுள்ள உருத்தோற்றத்தைப் பெரிய திரைகளில் உருப்பெருக்கிக் காட்டும்போது படலத்திலுள்ள குறைகளும் பெரியவாகத் தெரியும். இதைத் தவிர்க்கப் பாரமவுண்ட் நிறுவனத்தார் உருவாக்கிய விஸ்டாவிஷன் (vista vision) என்னும் உத்தியில் 35 மி.மீ. குறைபடலச் சுருளைச் கிடை திசையில் ஓட விட்டுப் படமெடுக்கிறார்கள். இதனால் படக் கட்டத்தின் அகலத்தை 35 மி.மீட்டரை விட இரு மடங்கு மிகுதியாக்க முடிந்தது. அவற்றைச் சுருக்கிச் சாதாரணமான 35 மி.மீ மிகைபடலச் சுருளில் படி எடுக்கும்போது படத்தின் தரம் உயர்ந்து விடுகிறது.



படம் 9. பட இயக்க அமைப்பு

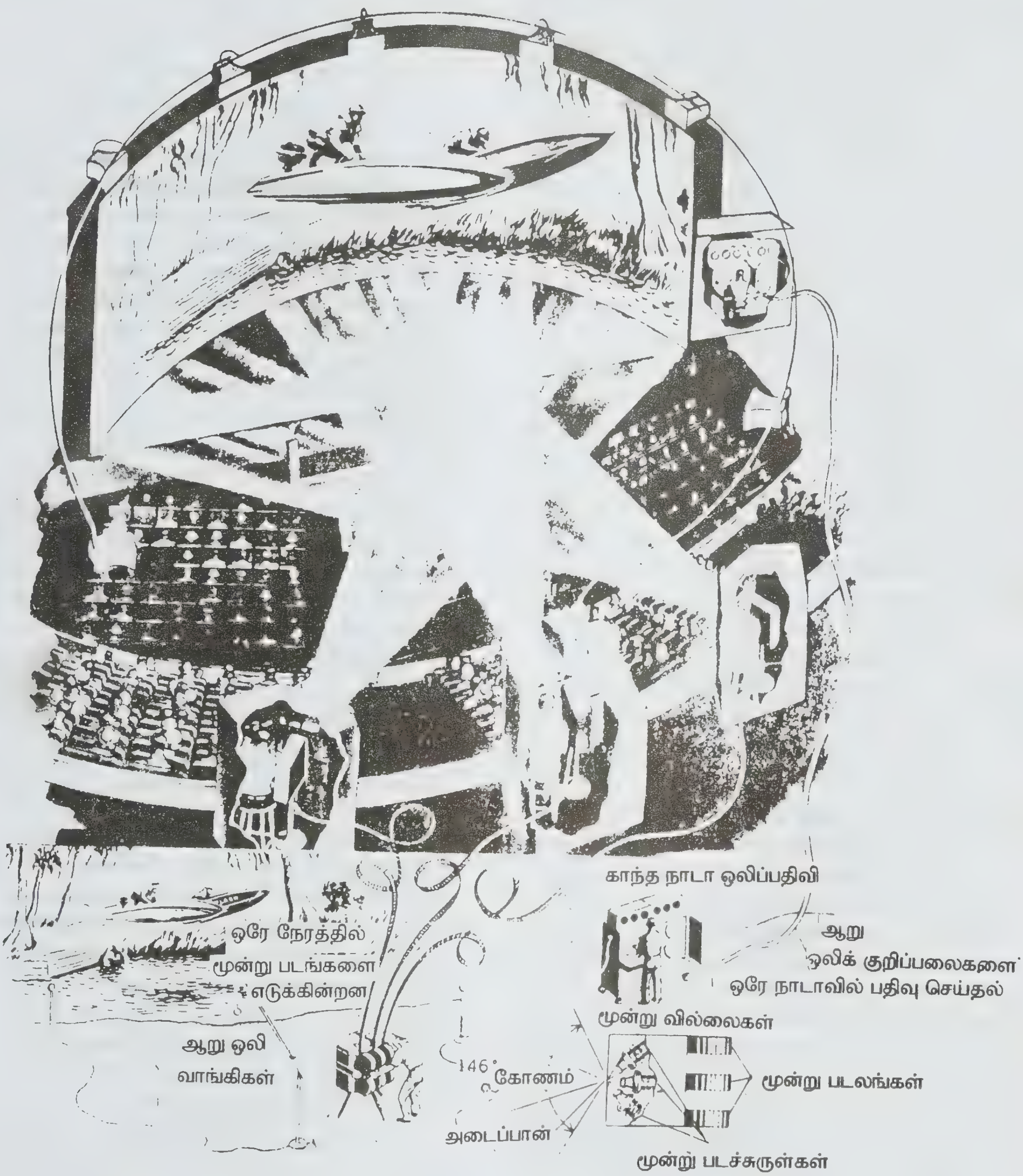
விஸ்டாவிஷன் முறையில் 35 மி.மீ. குறைபடலத்தைச் சுருக்காமல் அதே அளவில் மிகைபடலப் படியை எடுத்து அதைக் கிடைத் திசையில் ஓட்டிப் படம் காட்டும் பல வீழ்த்திகளையும் பாரமவுண்ட நிறுவனத்தினர் உருவாக்கி யுள்ளனர். இத்தகைய ஓர் அமைப்பை எடிசனும் செய்து பார்த்திருக்கிறார். ஆனால் விஸ்டாவிஷன் அமைப்பைச் செம்மைப்படுத்தி வணிக முறையில் பயன்படுத்தி வெற்றி கண்டவர் பாராவுண்ட் நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த லாரன் ரைடர் என்னும் வல்லுநரே ஆவார்.

அடுத்து 70 மி.மீ. படச் சுருள்களைப் பயன்படுத்தும் ஓர் உத்தியைக் கையாண்டு மைக் டாட் என்பார் ஓக்ஹாமா என்னும் இசைப் படத்தை எடுத்து 1955 ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்டார். அதற்கான படமெடுக்கும் கருவியால் நொடிக்கு 30 கட்டங்கள் பதிவு செய்யப்பட்டன. அதற்கான பட வீழ்த்தியும் அதே வேகத்தில் படம் காட்டியது. அதே போல் பானாவிஷன் (pana vision) என்னும் அகன்ற திரைப்பட உத்தியை ராபர்ட் காட்ஸ்சாக் என்பாரும் டக்ளஸ் ஷியரர் என்பாரும் உருவாக்கியுள்ளனர்.

விற்பனையும் திரையிடுதலும். ஒரு திரைப்படத்தைப் பாடுபட்டு உருவாக்குவதன் நோக்கம் அது அனைவராலும் பார்த்துப் பாராட்டப்பட்டுத் தேவையான வருவாயை அளிக்க வேண்டுமென்பதேயாகும். தனி ஒருவர் பொழுதுபோக்காக எடுத்த திரைப்படமானாலும் உல்லாசப் பயணிகள் தம் பயணங்களின் போது சிறிய கருவிகளின் உதவியால் எடுத்த 8 மி.மீ திரைப் படங்களானாலும் தொழிலாளர்க்கும் மாணவர்க்கும் படிப்பினை ஊட்டுவதற்காகத் தயாரிக்கப் படுகிற 16 மி.மீ. கல்விப் படங்களானாலும் விற்பனையை ஊக்குவிக்கத் தயாரிக்கப்படுகிற விளம்பரப் படங்களானாலும் வணிக முறையிலான திரைப்படங்களான்ாலும் பெருவாரியான மக்கள் அவற்றைப் பார்க்க வேண்டும் என்பதே தயாரிப்பாளரின் நோக்கம் ஆகும்.

திரையிடுதலுக்கு முக்கியமான தேவை பட வீழ்த்திக் கருவிகள். எடிசன் காலத்திலிருந்து இக்காலம் வரை உருவாக்கப்பட்டுள்ள பட வீழ்த்திக் கருவிகளின் அடிப்படைக் கூறுகள் மாறவேயில்லை. ஒரு பொலிவு மிக்க ஒளி படப் படலத்தின் மேல் விழுகிறது. அந்தப் படலத்தின் உருத் தோற றத்தை ஒரு விலலைத் தொகுப்பு உருப்பெருக்கித் திரையில் வீழ்த்துகிறது. படக் கட்டம் ஒரு திறப்பின் முன் சில நொடிகள் அசையாமல் நிற்கும். பிறகு படச் சுருள் நகர்த்தப்படும்போது திறப்பு மூடப்பட்டுவிடும். அடுத்த படக் கட்டம் திறப்பின் முன் வந்து நிற்கும்போது திறப்பு திறந்து கொள்ளும். இவ்வாறு திறப்பைத் திறந்து மூடச் சிலுவை வடிவில் அமைந்த ஒரு சக்கரம் பயன்படுகிறது.

திரை பெரிதாகப் பெரிதாக அதில் ஒளியைச் சீராகப் பரப்புவது கடினமாகிவிடுகிறது. பெரிய பட வீழ்த்திகளில் கரி வில் விளக்கு ஒளி மூலகமாகப் பயன்படுகிறது. அது விலை உயர்ந்ததாக இருப்பதுடன் மிகு வெப்பத்தையும் உண்டாக்கும். அதனால் படச் சுருள் நெளிந்து சிதைவு தீப்பற்றிக் கொள்ளவும் கூடும். கரி வில் விளக்குகளில்



படம். 10. மூவளவைக் காட்சி தரும் வளை திரைப்படமுறை (Cinerama)

வெப்பம் படலத்தை எட்டாவண்ணம் தடுக்கப் பல வழி முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. 1955 ஆம் ஆண்டில் கரி வில் விளக்குகளுக்கு மாற்றாகச் செனான் மின்னிறக்க விளக்குகள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன.

தொடக்க காலங்களில் வெண்மையான சுவர்கள் அல்லது துணிகள் வசதியான திரைகளாகப் பயன்படுத்தப் பட்டன. அதன் பிறகு பல மேம்பட்ட திரைகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. ஒளியை எதிர்பலிக்காமல் சிதறச் செய்யும் ஒளி கசியும் பரப்புகள் அகன்ற திரைகளுக்கு உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. முப்பரிமாணத் திரைப்படங்களைக் காட்ட ஒளியின் முனைவாக்கத்தை மாற்றாதவையாகவும் பெருமளவு ஒளியைப் பார்வையாளர்களின் திசையில் திருப்புகிறவை யாகவும் அமைந்த திரைகள் தேவை. ஊர்திகளில் அமர்ந்தவாறே திரைப்படத்தை காணும் வசதியுள்ள (drive-in theaters) அரங்குகளில் 35 மீ. அடி நீளமும் 15 மீ. உயரமும் கொண்ட திரைகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றுக்கு மேன்மையான பரப்புக் கொண்ட திரையும் அதிக ஒளி குறைந்த வெப்பம் உண்டாக்கும் பட வீழ்த்தி விளக்கும் தேவை.

1894 ஆம் ஆண்டு முதன் முதலாக அசையும் படக் காட்சியை நியூயார்க் நகரிலுள்ள பிராட்வே அரங்கில் எடிசனின் கருவி மூலம் காட்டினர். அக்கருவியில் உள்ள துளையில் கண்ணை வைத்து ஒருவர் மட்டுமே ஒரு வேளையில் அந்தப் படத்தைக் காண முடிந்தது. அது மக்களைப் பெரிதும் கவர்ந்தது. விரைவிலேயே பல அமெரிக்க நகரங்களில் அத்தகைய கருவிகள் நிறுவப்பட்டன. எடிசனின் கைனடோஸ்கோப் கருவியுடன் ஒரு மாய விளக்கை இணைத்து அசையும் படங்களைத் திரையில் காட்டும் முயற்சிகள் தொடங்கின. தாமஸ் அர்மாட் விட்டு விட்டு நகரும் பட வீழ்த்தியின் தத்துவத்தை உருவாக்கினார். எடிசன் அத்தகைய கருவியை உருவாக்கி வைடாஸ்கோப் என்னும் பெயரில் விற்பனை செய்தார். அக்கருவியின் உதவியால் முதன் முதலான திரைப்படக் காட்சி 1896 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் 23 ஆம் நாள் நியூயார்க் நகரின் கோஸ்டர்-பியல் அரங்கில் நடத்தப்பட்டது. அதன் புகழ் விரைவாக உலகெங்கிலும் பரவியது. பல சிறு வணிகர்கள் திரைப்படத் தொழிலின் வணிக வருவாய் வாய்ப்புகளைப் பிரித்துக் கொண்டு அத்துறையில் இறங்கினர். அவர்கள் பல திரையரங்குகளை நிறுவினார்கள். திரைப்படங்களுக்கு மக்கள் ஆதரவு பெருமளவில் மிக, திரைப்பட உற்பத்திக்கும் ஊக்கம் ஏற்பட்டது. திரையரங்கு களின் அனுமதிக் கட்டணம் குறைவாக இருந்தமையால் மக்களின் ஆதரவு பெருவாரியாக அதிகரித்தது. மேட்டுக்குடி மக்களால் இழிவாகக் கருதப்பட்ட திரைப்படங்கள் எளிய மக்களின் பொழுதுபோக்குக் கருவியாக மாறின. குறிப்பாகக் குழந்தைகளுக்கும் எழுத்தறிவற்றவர்களுக்கும் அவை மிகவும் ஆர்வமளித்தன. அக்காலத்திய திரைப்படங்களில் எளிய மக்களின் வாழ்க்கையில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளே சித்தரிக்கப்பட்டதும் பல மக்களின் ஆதரவுக்கு ஒரு காரணமாகும். விரைவிலேயே செய்திப் படங்கள் மூலம் வெளியூர்களில் நடக்கும் முக்கியமான விழாக்களும் நிகழ்ச்சிகளும் மக்களுக்குக் காட்டப்பட்டன.

தொடக்கத்தில் திரைப்படங்கள் சர்க்கஸ்களிலும் நகைச்சுவைச் கூத்துக் கொட்டகைகளிலும் ஒரு பகுதியாகவே காட்டப்பட்டன. 1902 ஆம் ஆண்டில் தாமஸ் டாலி என்பார் திரைப்படங்களை மட்டுமே காட்டும் அரங்குகளை அமைத்தார். அவை நிக்கல் எனப்படும் ஐந்து சென்ட்டுகளை அனுமதிக் கட்டணமாகப் பெற்றமையால் அவை நிக்கல் ஓடியன்கள் எனப்பட்டன. அடுத்த சில ஆண்டுகளுக்குள் இத்தகைய அரங்குகளின் எண்ணிக்கை பெருமளவு விரிந்தது. திரைப்படங்களின் தரம் உயர்ந்தபோது நடிகர்கள் நட்சத்திரத் தகுதி பெறத் தொடங்கினர். பல சிறந்த திரைப்படங்கள் உருவாக்கப்பட்டு மிகு வருவாய் அளித்தன. மேட்டுக்குடி மக்களும் திரைப்படங்களுக்கு வரத் தொடங்கினர். அதனால் திரையரங்குகளின் தரமும் வசதிகளும் உயர்ந்தன. 1920 இல் வானொலி மூலம் ஏற்பட்ட போட்டியை ஈடுகட்டித் திரைப்படம் மேலும் முன்னேறியது.

தொலைக்காட்சி தோன்றியபோது திரைப்படத் தொழி லில் சிறிது தொய்வு ஏற்பட்டது. 1947 முதல் 1956 வரை இத்தகைய கீழ்முகப் போக்கு நீடித்தது. அகலத் திரைகள், முப்பரிமாணப் படங்கள் போன்ற புதுமைகள் ஒரளவுக்குத் திரைப்படங்களுக்கு மக்களின் ஆதரவை மீட்டுத் தந்தன.

திரைப்படக் கலை. நூல்களையும் ஓவியங்களையும் விடத் திரைப்படம், மிகுதியான அளவில் மக்களுக்குத் தெளிவான செய்திகளைத் தருகிறது. எளியவரும் அதைப் புரிந்து கொள்ளவும் சுவைக்கவும் முடிகிறது. ஆயினும் சில இயக்குநர்கள் காவியம் என்று குறிப்பிடக்கூடிய தகுதியைப் பெற்றுள்ள திரைப்படங்களைத் தயாரித்து அளித்துள்ளனர். திரையில் தெரியும் பொருள்களின் இயக்கம், செயல்களத்தை நோக்கி அல்லது அதை விட்டு விலகி நகரும் படமெடுக்கும் கருவியின் இயக்கம் திரையில் அடுத்தடுத்துக் காட்சிகள் தோன்றி மறையும் இயக்கம் ஆகியவற்றுக்கிடையிலான உறவுகள் ஒரு கலை உணர்வு அடிப்படையிலான மன நிறைவை அளிக்கிற திரைப்படங்களைக் கலைப் படங்கள் என்பர். ஆவணப் படங்கள் (documentary films) என்பவை இயற்கையில் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளைப் பதிவு செய்தன. கட்புலனாகாத பல நுணுக்கமான அமைப்புகளை ஆவணப் படங்கள் பதிவு செய்துவிடுகின்றன.

அசையும் வரைபடங்கள். திரைப்படங்களுக்கு முன்பே அசையும் வரைபடங்களின் (animated cartoons) வரலாறு தொடங்கிவிட்டது. 1831 ஆம் ஆண்டில் ஜோசப் அன்டாயின் பிளாட்டு என்பார் டினாகிஸ்டோஸ்கோப் (phenakistoscope) என்னும் கருவியின் மூலம் கையால் வரையப்பட்ட படங்கள் அசைவதைப் போன்ற தோற்றத்தை உண்டாக்கினார். அதில்

இரண்டு வட்டத் தகடுகள் இருந்தன. கீழ்த் தகட்டின் விளிம்பில் வரைபடங்கள் ஒட்டப்பட்டிருந்தன. மேல் தகட்டில் உள்ள துளையின் வழியாகப் பார்த்து கொண்டே கீழ்த்தட்டைச் சுழற்றினால் படங்கள் அசைவது போன்ற தோற்றம் உண்டாயிற்று. இதே போன்ற வேறு ஒரு கருவியை இங்கிலாந்தில் வில்லியம் ஜார்ஜ் ஹார்னர் என்பார் 1834 இல் உருவாக்கி அதற்கு டீடாலியம் (daedaleum) எனப் பெயரிட்டார். அசையும் கேலிப் படங்களைக் கொண்ட திரைப்படம் முதன்முதலாக 1906 இல் ஸ்டுவர்ட் பிளாக்டன் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டது. அடுத்து 1909 ஆம் ஆண்டிலிருந்து வின்சர் மக்கே என்பார் பல கேலித் திரைப்படங்களை வெளியிட்டார். 1913 ஆம் ஆண்டில் ப்ரே என்பார் கேலித் திரைப்படங்களை உருவாக்குவதற்கான சில உத்திகளை உரிமைப் பதிவு செய்து கொண்டார். அவர் வரைமுறையான கேலித் திரைப்படங்களைத் தயாரித்து வெளியிட்டார். அந்த வகையில் கர்னல் ஹீசா லையர் என்னும் படம் வெளி வந்தது. 1917 ஆம் ஆண்டில் மாக்ஸ் பில்ஷர் சாதாரண திரைப்படத்திலேயே கேலிப்பட உருவங்களும் மற்ற நடிகர்களுடன் சேர்ந்து தோன்றும் திரைப்படங்களைத் தயாரித்தார். மேலும் பல நிறுவனங்கள் கேலித் திரைப்படத் தயாரிப்பில் ஈடுபட்டன.

கேலித் திரைப்படவுலகின் தந்தையாக வால்ட் டிஸ்னி கருதப்படுகிறார். அவருடைய கதை உறுப்பினரான மிக்கி மௌஸ், டோனல்ட் டன் போன்றவை உலகப் புகழ் பெற்றவை. 1938 இல் அவர் தயாரித்த வெண்பனியும் ஏழு குள்ளர்களும் என்னும் கேலித் திரைப்படத்திற்கான 4,77,000 ஓவியங்கள் நான்கு ஆண்டுகளில் படமெடுக்கப்பட்டன. அது 13 மொழிகளில் மாற்றம் செய்யப்பட்டது. 1953 ஆம் ஆண்டில் அவர் சினிமாஸ்கோப் முறையில் டூட், விசில், பிளங்க் பூம் (Toot, Whistle, Plunk and Boom) என்னும் கேலித் திரைப்படத்தைத் தயாரித்தார்.

கேலித் திரைப்படங்களில் கேலிப்படங்கள் அசையும். நகரக் கூடிய பின்னணியில் கேலிப் படத்தை வைத்துப் படமெடுப்பதன் மூலம் அசைவுத் தோற்றம் ஏற்படுத்தப் படுகிறது. திரைக்கதை, காட்சியமைப்பு, உரையாடல் இசைப் பதிவு ஆகியவை முடிந்த பிறகே கேலித் திரைப்படத் தயாரிப்பு தொடங்குகிறது. ஒவ்வொரு கட்டமும் தனித்தனியாக உருவாக்கப்பட்டுப் படமெடுக்கப்படும். ஒரு கதாபாத்திரம் வணக்கம் என்று சொல்லுவதாக இருக்குமானால் ஒலிப்பதிவாளரும் தொகுப்பாளரும் சேர்ந்து அந்தச் சொல் ஒலி எவ்வளவு படக் கட்டங்களுக்கு நீடிக்கிறது என்று கண்டுபிடித்துச் சொல்ல வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக அந்தச் சொல்லைச் சொல்லி முடிக்க எட்டுப்படக் கட்டங்கள் பிடிக்குமெனில் ஓவியர் எட்டுக்கட்டங்களில் வணக்கம் என்னும் சொல்லுக்கேற்ற வாயசைப்பு நிலைகளையும் உடலசைவுகளையும் வரைவார். அதன் பிறகு அவை படமெடுக்கப்படும். ஒரு நிகழ்வுக்கு வேண்டிய படக்கட்டங்களைப் படமெடுத்து முடித்ததும் அந்தப் படச் சுருளை மூவியோலா (movieola) என்னும் சிறிய படம் காட்டும் கருவியில் ஓட்டிப் பார்த்துச் சரியாக அமைந்த படச் சுருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்வார். பிறகு அந்தச் சுருளில் உள்ள ஓவியங்கள் செல்லுலாய்டு எனப்படும் ஒளி புகும் படலத்தில் வரையப்பட்டுத் தக்க நிறங்கள் தீட்டப்படும். அடுத்துச் செல்லுலாய்டுகள் தகுந்த பின்னணிக் காட்சிகளின் மேல் வைக்கப்பட்டு மீண்டும் படமெடுக்கப்படும்.

கல்விப் படங்கள். மக்களுக்கு அறிவூட்டவும் தகவல் தெரிவிக்கவும் உருவாக்கப்படும் திரைப்படங்கள் கல்விப் படங்கள் எனப்படுகின்றன. கல்விக் கூடங்கள் தொழிற் சாலைகள் சங்கங்கள் போன்றவற்றில் திரையிடுவதற்காகவே இவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. 16 மி.மீ அகலச் சுருளில் தயாரிக்கப்படும் கல்விப் படங்களும் சிறிய கையில் தூக்கிச் செல்லக் கூடிய 16 மி.மீ படி வீழ்த்திகளும் கல்விப் படங்களுக்கு உதவியுள்ளன.

இந்திய திரைப்படத் துறை. லூமியர் சகோதரர்கள் 1896 ஆம் ஆண்டில் இந்தியாவில் முதன்முதலாகத் திரைப்படம் காட்டினர். இந்தியாவின் முதல் திரையரங்கு 1907 இல் மதன் என்பாரால் கல்கத்தாவில் நிறுவப்பட்டது. தாதா சாஹிப் பால்கே என்பார் அரிச்சந்திரா என்னும் முதல் இந்திய பேசாத் திரைப்படத்தை 1913 இல் தயாரித்து வெளியிட்டார். இதை இந்திய திரைப்படத் துறையின் தொடக்கம் எனலாம். 1931 ஆம் ஆண்டு இந்தியாவில் தயாரிக்கப்பட்ட முதல் பேசும் படம் ஆலம் ஆரா வெளியாயிற்று. 1935 முதல் பேசும் படங்கள் மட்டுமே உற்பத்தி செய்யப்பட்டன.

1918 ஆம் ஆண்டில் இந்திய சினிமாடோகிராப் சட்டம் நிறைவேற்றப்பட்டது. இந்தியா விடுதலை பெற்றதும் 1949 இல் அரசு திரைப்பட விசாரணைக் குழு ஒன்றை ஏற்படுத்தி அதன் பரிந்துரைகளின் பேரில் திரைப்பட உற்பத்திக் கழகம் (film production bureau) திரைப்படக் கலைப் பள்ளி (film institute) ஆகியவற்றை நிறுவியது. 1956 இல் தணிக்கைக் குழு (sensor board) அமைக்கப்பட்டது. அரசின் செய்தி ஒலிபரப்புத் துறை செய்திப் படங்களையும் ஆவணப் படங்களையும் தயாரித்து வெளியிடுகிறது. குழந்தைகளுக் கான படங்களை உருவாக்கும் சங்கம் ஒன்றும் ஏற்படுத்தப்பட் டுள்ளது.

– கே.என். ராமச்சந்திரன்

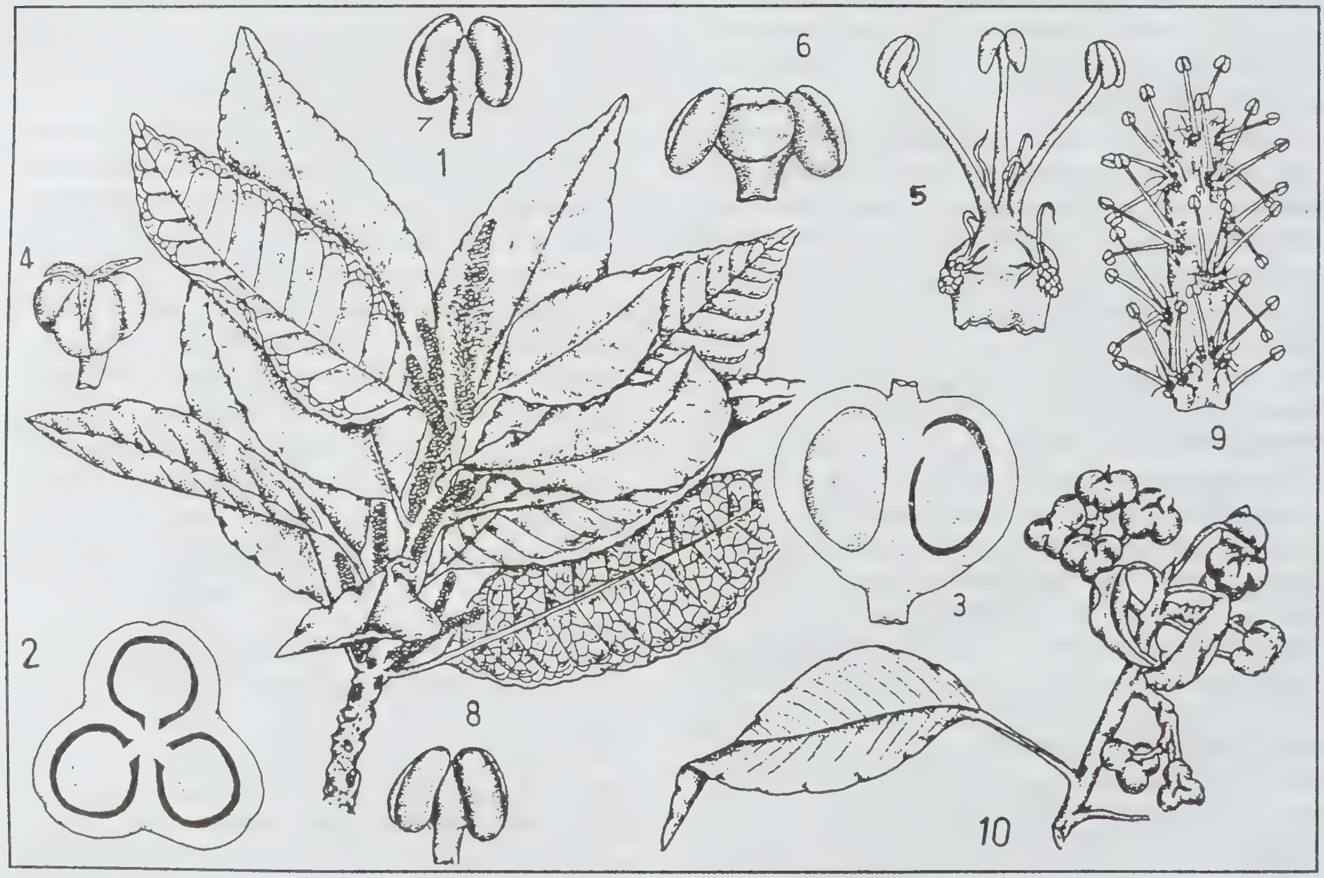
தில்லைமரம்

இதனைத் தில்வம், ஆட்கொல்லி, காகதுண்டம், அம்பல விருட்சம் என்றும் கூறுவதுண்டு. குருட்டு மரம் (blind tree) என ஆங்கிலப் பெயர் கொண்ட இது இக்ஸ்கோகேரியா ஆகல்லோச்சா (*Excoecaria agallocha*) என்னும் தாவரப் பெயருடையது. யூ∴போர்பியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தில்லை மரத்தை இலங்கை, தென்னிந்தியா, ∴பார்மோசா, மலேசியா, வடக்கு ஆஸ்திரேலியா, பசிபிக் ஆகிய பகுதிகளில் சதுப்பு நிலக் காடுகளில் காணலாம்.

மரம். இது 6மீ. உயரம் வளரும் பசுமை மாறாத சிறுமரம். இதன் பட்டை சாம்பல் நிறமானது. நீள்முட்டை தலைகீழ்முட்டை வடிவில் உள்ள இலைகள் அரைவட்டக் கூர்நுனிப் பற்கள் கொண்டவை. இலைக்காம்பு 3 செ.மீ. நீளமும் ஆண் மஞ்சரி 10 செ.மீ. நீளமும் உடையன. மலர்கள் மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிறமும் மணமும் உடையன. பூக்காம்புச் செதில்கள் நீண்டிருக்கும். 3 பூவிதழ்கள் (sepals), 3 மகரந்தத் தாள்கள் அமைந்திருக்கும். 3 பூவிதழ்கள், 3 முட்டை வடிவிலும் குழிவாகவும் இருக்கும். சூல்பை 3 கதுப்புகளுடைய து. சூலகத்தண்டு பின்புறம் வளைந்து காணப்படும். கனி, வெடிகனி (capsule) வகை. விதைகள் சற்றே உருண்டையானவை. புறவுறை நொறுங்கக் கூடியது. முளை சூழ்தசை சதைப்பற்றானது. வித்திலை கள் தட்டையானவை.

பயன்கள். இம்மரம் பொதுவாகத் தச்சுவேலைக்கு உதவுகிறது. பொம்மை, கட்டில் கால்கள் செய்யப் பயன்படும். மரத்தை எரியும் கரியாக்கலாம். இம்மரத்தைக் கொண்டு தீக்குச்சியும் காகிதக்கூழும் தயாரிக்கலாம். இம்மரம் ஆல்கஹால் தயாரிக்க ஏற்றது. இம்மரத்தின் அனைத்துப் பகுதியிலிருந்தும் இளம் மஞ்சள் நிறமான நாற்றமுள்ள பால் சுரக்கிறது. இலைகளைக் கால் நடைகள் உண்டால் அவை இறந்துவிடும்.

இம்மரப்பால் படும் உடல்பகுதியில் தடிப்பு உண்டாகும். தோல் மற்றும் கண்களில் பட்டால் மிகுதியான கேடுகளைத் தோற்றுவிக்கும் . சில சமயம் கண் குருடாகும். இப்பால் தீராத சீழ்ப்புண்ணைக் குணமாக்கச் சில சமயங்களில் பயன் படுகிறது. மரப்பாலை எண்ணெயுடன் காய்ச்சி வாதவலி, பெரு நோய், முடக்குவாதம் ஆகியவை நீங்கத் தடவலாம். மரப்பால் பேதியை உண்டாக்கும் ; கருவைக் கலைக்கும் ; சில மலைவாழ் மக்கள் இப்பாலை அம்பில் நனைத்து மீன்களைக்



தில்லை மரம் (***Excoelarta agallocha***)

1. கிளை 2. சூல்பையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். 3. சூல்பையின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம். 4. சூலகம். 5. மலர். 6. மகரந்தப்பை (மாறுபாடுடையது). 7,8. மகரந்தப்பைகள் 9. கதிர் மஞ்சரி 10. கனிக்கிளை

கொல்லப் பயன்படுத்துகின்றனர். இலைச்சாறு கால்கை வலிப்பைப் போக்கும். இம்மரப்பட்டைக் கை கால்களில் உண்டாகும் வீக்கங்களைக் குறைக்கும்; மருந்துகளில் இதன் வேர் சேர்க்கப்படுகிறது. தில்லைமர விதைகளுக்குத் திமிர்வாயு, தொழுநோய் ஆகியவற்றை நீக்கும் பண்புண்டு.

- கோ.அர்ச்சுணன்
- ப.சம்பங்கி

திலேபிக் கெண்டை

பெர்சி.ஃபாம்ஸ் வரிசையில் பெர்காய்டித் துணைவரிசையில் சிக்லிதுடே குடும்பத்தில் இம்மீன் வகைப்பாடு செய்யப் பட்டுள்ளது. திலேபிக் கெண்டை (*Tilapia mossambica*) தென் அமெரிக்கா, மடகாஸ்கர், சிரியா, பாலஸ்தீனம், அமெரிக்கா, இந்தியா முதலிய நாடுகளில் காணப்படுகிறது. நன்னீரிலும் உப்பங்குழி நீரிலும் இது வாழ்கிறது. 70-80°F வரையிலான

திலேபிக் கெண்டை (Tilapia mossambica)

வெப்பநிலை இம்மீன் வாழ்வதற்கு ஏற்றதாகும். வெளி நாடுகளிலிருந்து இந்தியாவுக்குக் கொண்டுவரப்பட்ட புகழ் வாய்ந்த வளர்ப்பு மீன்களில் திலேபிக் கெண்டையும் ஒன்றாகும். 15 செ.மீ. வளரும் இம்மீன் குளங்களிலும், அணைக்கட்டுகளிலும் உணவுக்காக மிகுதியாக வளர்க்கப் படுகிறது.

உடலமைப்பு. இம்மீன் உடல் பருத்தும், தலை வால் இவை சிறுத்தும் காணப்படும். இம்மீன் எளிதில் நீந்திச் செல்வதற்கு இவ்வமைப்பு ஏற்றதாகும். உடலை நடுத்தரச் செதில்கள் (scales) போர்த்தியுள்ளன. எழில் மிகுந்த இம்மீனின் மேற்புறம் பசும் வெள்ளிநிறமும், கீழ்ப்புறம் பொன் வெள்ளி நிறமும் கொண்டிருக்கும். உடலின் இரண்டு மார்புத் துடுப்புகளும் இரண்டு இடுப்புத்துடுப்புகளும் (pelvdic fins) ஒரு மேல்துடுப்பும், ஒரு கீழ்த்துடுப்பும் (ventral fin) காணப்படுகின்றன. வாயின் நுனிப்பக்கத்தில் இரு சிறிய நீட்சிகள் காணப்படுகின்றன. இவையிரண்டும் உணர்ச்சி உறுப்புகளாகும். மேல் துடுப்பில் (dorsal fin) பற்பல முள்களும், கீழ்த்துடுப்பில் ஒரு முள்ளும், ஐந்து துடுப்புக் கதிர்களும் (fin rays) காணப்படுகின்றன. தலையின் இரு பக்கங்களில் மூக்குத் துளையும் வயிற்றுப் பகுதியிலிருந்து வால்பகுதிவரை புள்ளிகளின் வரிசைபோலப் பக்கக்கோட்டு உணர் உறுப்புகளும் (lateral line sense organs) காணப்படுகின்றன.

உணவு முறை. திலேபிக் கெண்டை தாவர உண்ணியாகும். இது நீர்த்தாவரங்களையும் பாசிகளையும் உணவாகக் கொள்கிறது. அதற்கேற்ற வகையில் இம்மீனின் வாய் சிறியதாகவும், பற்களற்றும் காணப்படுகிறது.

இனப்பெருக்கம். இனப்பெருக்க காலங்களில் ஆண் மீன்களிலிருந்து பெண்மீன்கள் வேறுபட்டுக் காணப்படு கின்றன. ஆண்மீனின் வால்துடுப்பு பெண்மீன் துடுப்பைவிடத் தெளிவாக ஆரஞ்சு நிறுத்துடனும், சிறிய வெள்ளைப் புள்ளிகளுடனும் காணப்படும். இதிலிருந்து இம்மீனின் பாலினத்தை எளிதில் பகுத்தறியலாம். 10 செ.மீ. நீளம் வளர்ந்ததும் இம்மீன்கள் இனப்பெருக்கம் செய்யத் தொடங்கும். 750F வரையான வெப்பநிலை இம்மீனின் இனப்பெருக்கத்திற்கு ஏற்றதாகும்.

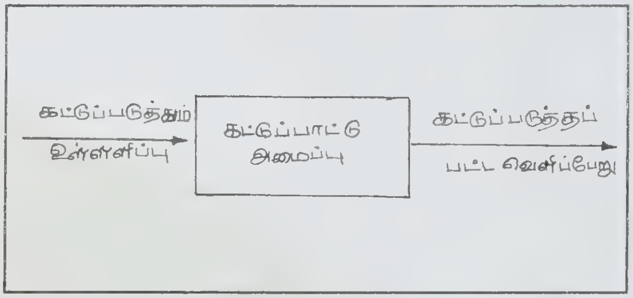
இனப்பெருக்கத்தின் போது முதலில் பெண்மீன் நீரின் அடியில் சிறிய பள்ளங்களை ஏற்படுத்தி அதில் முட்டைகளை இடும். தொடர்ந்து ஆண்மீன் விந்தை வெளியேற்றி முட்டைகளைக் கருவுறச் செய்யும். ஆண்மீன் கருவுற்ற முட்டைகளை வாயில் வைத்துப் பாதுகாக்கிறது. பிறகு வாய்வழி அடைக்காத்தல் (oral incubation) தொடங்கும். முட்டைகள் பொரியும் வரை முட்டை ஆண்மீனின் வாயிலேயே காணப்படும். மீன் குஞ்சுகள் முட்டையிலிருந்து பொரிந்ததும் அவை நீரில் விடப்படுகின்றன. சில வேளைகளில் பெண்மீதும் வாய்வழி அடைக்காத்தல் செய்யும். இது இம்மீன்களின் சிறப்புப் பண்பாகும்.

- தி. கண்ணப்பன்

துணைநூல். H.R. Axelrod- *Hand Book of the Aquarium Fishes*, Mc Graw Hill Company, New York, 1955.

திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

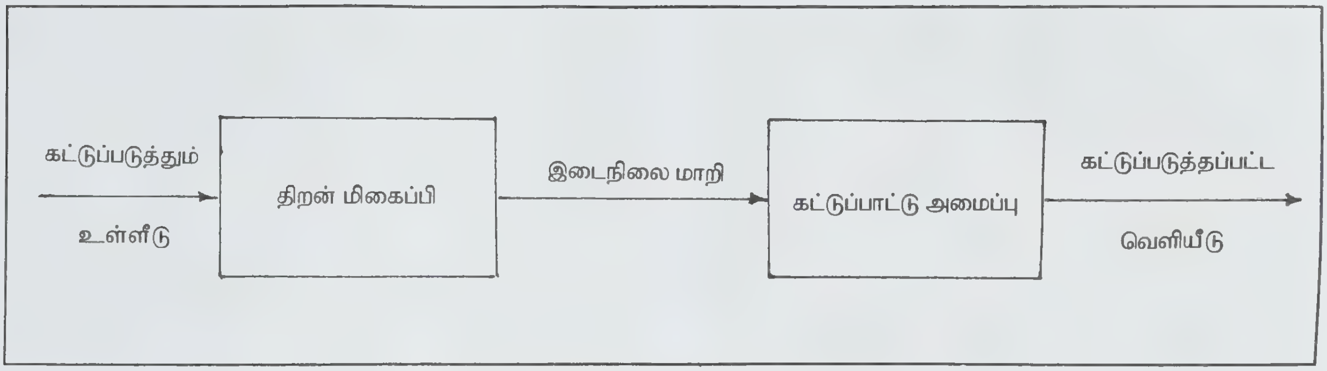
உள்ளீடுகளால் மட்டுமே வெளியீடுகள் கட்டுப் படுத்தப்படுகின்ற கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு (open loop control system) எனப்படுகிறது. சான்றாக, ஒரு மின்னியல் திறப்பானால் ஒரு மின் விளக்கில் ஒளி வருதலையும் நிற்றலையும் கூறலாம். படம் 1இல் திறப்பானின் நிலை, கட்டுப்பாட்டு அமைப்பாகும். விளக்கிலிருந்து கிடைக்கும் ஒளி கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெளியீடாகும்.



படம் 1. திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் கட்ட வரைபடம்

வகைப்பாடு. திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு திறன் மிகைப்பி கொண்டது, திறன் மிகைப்பி அற்றது என இரு வகைப்படுகிறது.

திறன் மிகைப்பி கொண்ட ஒரு திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பிற்கு ஒரு மின்னோடியால் இயக்கப்படும் சாணை எந்திரக் (grinding wheel) கட்டுப்பாட்டு அமைப்பினைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். இவ்வமைப்பில் மின்னோடியே திறன் மிகைப்பி ஆகும். திறன் அளிக்கும் ஒரு மின்னியல் திறப்பானின் நிலையே கட்டுப்படுத்தும் உள்ளீடாகும். இடை நிலை மாறியான மின்னோடியால்



படம் 2. திறந்த மிகைப்பி கொண்ட
திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

உருவாக்கப்படும் சுழல் திறனே கட்டுப்பாட்டு அமைப்பிற்கு உள்ளீடாகும். கட்டுப்படுத்தப்படும் வெளியீடு சாணை உருளையின் வெளிப்பரப்பின் நேர் வேகமாகும். சாணை உருளையை நகர்த்தத் தேவையான திறப்பானால் இயக்கப்படும் ஓர் இடைநிலைக் கருவியிலிருந்து கிடைக்கிறது.

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெளியீடு. திறன் மிகைப்பி அற்ற திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில், வெளியீட்டுத் திறன் அனைத்தும் உள்ளீட்டினால் கிடைக்கும். எ.டு: வீட்டில் பயன்படும் வெப்பநிலை அளவி. இதில் சுற்றுப்புறத்தின் உள்ளீடு, கட்டுப்படுத்தும் உள்ளீடாகும். வெப்ப நிலை அளவியில் உள்ள பாதரசம், கட்டுப்பாடு அமைப்பு ஆகும். பாதரசத்தின் உயரம், கட்டுப்படுத்தப்படும் வெளியீடாகும். வெப்பநிலை உயர்ந்தால் பாதரசத்தின் நீளம் உயரும். பாதரசத்தினை உயரச் செய்யத் தேவையான திறன் சுற்றுப் புறத்தின் வெப்ப நிலையிலிருந்து கிடைக்கிறது.

சிறப்பியல்புகள். பொதுவாக மூடிய கண்ணிக் கட்டுப் பாட்டு அமைப்புகளைவிடத் திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளை எளிதாக இயக்கலாம். மூடிய கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் உள்ள உறுதி நிலைச் சிக்கல்கள், திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் இரா.

குறைபாடுகள். திறந்த கண்ணி அமைப்பில் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் இயக்கப் பண்புகள் போன்றவற்றால் அறுதியிடப்படுகிறது. எனவே, திறன் வாய்ந்த கட்டுப்பாட்டிற்கு, அமைப்பின் இயக்கப்பண்பு துல்லியமாக அறியப் படவேண்டும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

திறந்த மின்சுற்று

ஒரு சுமையோடு இணைக்கப்பட்ட மின்மூலம், சுமைக்கு மின்னோட்டத்தை வழங்கினால் அச்சுற்றை ஒரு மூடிய மின்சுற்று எனலாம். ஆனால் ஒரு மின்மூலம் சுமையோடு இணைக்கப்படாதபோது சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயாது. மின்னோட்டம் பாயாத இந்நிலையில் மின்சுற்று, திறந்த மின்சுற்று (open circuit) எனப்படுகிறது. எ.டு: ஒரு முறிந்த மின்கம்பி (a broken wire), இயங்கா நிலையில் உள்ள இணைப்பு மாற்றி.

இரு புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னோட்ட வழி, திறந்த மின்சுற்று நிலையில் இருப்பின், அப்புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தம் திறந்த மின்சுற்று மின்னழுத்தம் (open circuit voltage) எனப்படுகிறது. இம்மின்னழுத்தத்தை வெற்றிடக் குழல் மின்னழுத்த அளவி போன்ற மின்னழுத்த அளவியால் அளக்கலாம்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

திறந்த முனை நூற்பு

உலகில் நூல் நூற்பு முதன்முதலாக ஏறத்தாழ 15,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பாக ஆசியாக் கண்டத்தில் கைவேலையாகத் தொடங்கியதாக வரலாறு கூறுகிறது. ஒரு கையில் பஞ்சை இருத்திக் கொண்டு மற்றொரு கையால் இழைகளை மெல்ல இழுத்து, கதிரில் இணைத்துச் சுழற்றி இறுதியாக ஒரு பளுவுடன் இணைத்து உருவாகும் நூலை முறுக்கலாம். மரபுவழி எந்திர முறையில் வளையம் பயன்படுத்தப்படுவதால் அதற்கு வளையம்-இயக்கி நூற்பு முறை (ring-traveller method) எனப் பெயரிடப்பட்டது. அடுத்தடுத்துக் கூடுதலான விரைவுகளில் சுருளும்

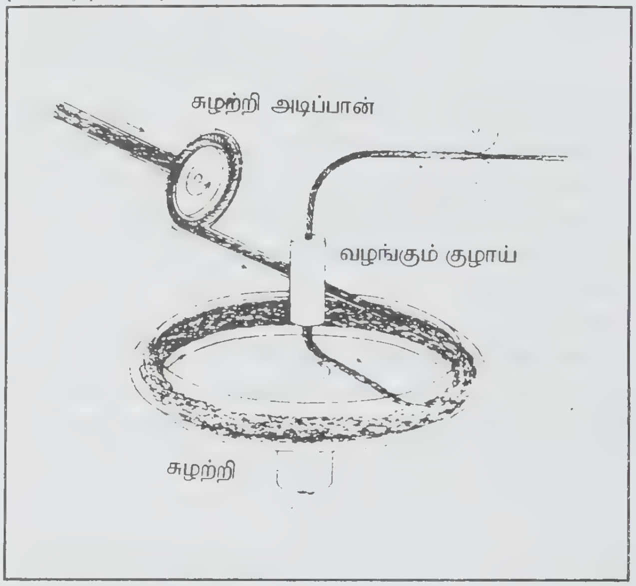
உருளைகளின் வழியே (உள்ளீடாகும்) பஞ்சு மெல்லிய இழையாக இழுக்கப்படுகிறது. வெளி வந்தவுடனேயே முறுக்கப்பட்டு, செங்குத்தாகச் சுழலும் கண்டுகளில் சுற்றப்படுகிறது. ஒரு சிறு உலோகப் பிடிப்பியின் (traveller)இயக்கத்தினால் நூலில் முறுக்கேற்றம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. வளையம் சுற்றுவதில்லை. ஆனால் வளையம் மேலும் கீழுமாக நகர்ந்து, கண்டின் மீது நூல் ஒரே சீர்மையாகச் சுற்றுவதற்கு உதவுகிறது. நூலுக்கு முறுக்கேற்றம் செய்வதற்காகக் கண்டு முழுவதையும் சுழற்றும் முறையை எளிதாக்கும் முயற்சியின் விளைவே திறந்த முனை நூற்பாகும்.

திறந்த முனை நூற்பு 1960 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் உருவாக்கப்பட்டது. சுழல் நூற்பு (rotor spining) அல்லது தடை நூற்பு (break spinning) என வழங்கப்படும் இம்முறை செக்கோஸ்லோவாகியாவின் பருத்தி ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் உருவாக்கப்பட்டது. இழைச் சிணுக்கு எண் 40 வரை (14.8டெக்ஸ்) சன்னமற்ற நூல்களை நூற்பதற்கு இவ்வுத்தி ஏற்றதெனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. தூசகற்றம் செய்யப்பட்ட இழைப்புரி ஒன்று முள்ளமைப்புக்கொண்ட உருளைகளின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வுருளைகளுள் ஒவ்வொன்றும் அதற்கு முன்பாக அமைந்துள்ள உருளையை விட விரைவாகச் சுழலுகிறது. இதன் விளைவாகப் புரியிலுள்ள இழைகள் தனித்தனியாகப் படுகின்றன. (திறந்த முனை என்னும் சொற்றொடர் இதிலிருந்தே உருவாயிற்று). தனி இழைகள் காற்றோட்டத்தில் இட்டு செல்லப்பட்டு மிக விரைவாகச் சுழலும் புனல் வடிவு கொண்டதொரு சுழலியின் உட்பரப்பிலுள்ள காடியில் (groove) மெல்லிய ஏடாகப் படிகிறது. சுழலியின் மைய விலக்குவிசை பல்லடுக்கு இழைப்படலத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. சுழலியில் படிந்துக்கொண்டிருக்கும் போதே நூல் அகற்றப்பட்டுத் தொடர்ச்சியான நூலாகச் சுற்றப்படுகிறது.

மரபுவழி வளைய நூற்புக்கும் திறந்த முனை நூற்புக்கும் உள்ள அடிப்படை வேறுபாடு. திறந்த முனை வழிமுறையில் நூல் சுற்றப்படும் கண்டுச்சக்கரம் (spool) சுழற்றப்படவேண்டியதில்லை. இச்சக்கரம் அளவில் பெரிதாக இருப்பின் சுழற்றுவதற்குப் பெரிய அளவில் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது என்பது திறந்த முனை நூற்பின் கூடுதல் பயன்.

நூல் சுற்றுச் சக்கர அமைப்புகளைப் பெரிய அளவில் பயன்படுத்த முடிவதால் முடிச்சுகளற்ற நீண்ட நூல்களைத் தயாரித்தல் எளிதாகும். தானியங்கி அமைப்பாக மாற்றுவதற்கு இம்முறையில் வாய்ப்பண்டு. இதனால் தயாரிப்புச் செலவு குறையும். வளைய வரி நூற்பை விட 3 முதல் 5 மடங்கு கூடுதல் விரைவில் நூற்கலாம். சாய ஊற்றுகை, குறிப்பாகப் பளிச்சிடும் வண்ணங்கள் இம்முறையில் தயாரிக்கப்படும் நூலில் கூடுதலாகும். பல்வேறு வகை இழைகளை ஓரினமாக்குதல் (homogenising) இம்முறையில் எளிது.

திறந்த முனை நூற்பு முறையில் குறைகளும் உள்ளன. இழைச் சிணுக்கு எண் (count) கூடுதலாகவுள்ள நூல்களை (நுண்மைமிக்க நுல்கள்) இம்முறை மூலம் தயாரித்தல் கடினம்.



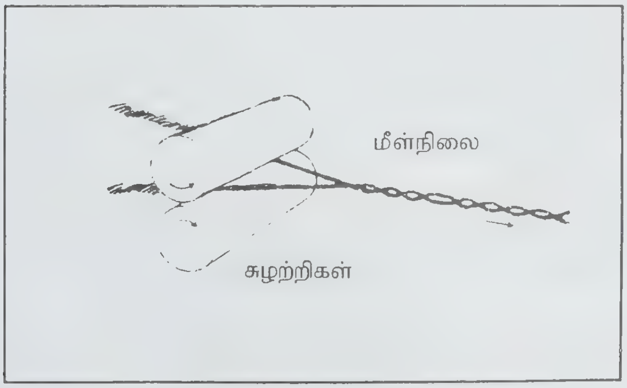
படம் 1. திறந்தமுனை நூற்பு

இந்நோக்கத்தைப் பெரும்பாலும் வளைய நூற்பு அமைப்பே நிறைவேற்றி வருகிறது. ரேயான் வெட்டிழை தவிர்த்த பிற செயற்கை இழைகள் யாவும் சுழலியின் சுவரில் ஒட்டிக்கொண்டு அடைப்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வாரி ஒழுங்கு செய்யப்பட்ட நூல்களை இச்செயல்முறைக்குட்படுத்த முடியாது. இங்கு நூல் கரடு முரடான தோற்றத்தையும் கையுணர்வையும் பெற்றுள்ளது. இம்முறையில் வெளியாகும் நூல்கள் வளைய நூற்பு வளைய நூல்களை விட 20% கூடுதல் முறுக்கேற்றம் பெற்றிருப்பினும் சுரசுரப்பான (coarse) தன்மையினால் 15-20% வரை வலிமை குன்றும். இந்நூல்களில் இயல்புகள் வளைய நூற்பு வகை நுல்களின் இயல்புகளிலிருந்து பெரிதும் மாறுபட்டுள்ளமையால் இவ்விரு வகை நூல்களையும் கலத்தல் இயலாது.

திறந்த முனை நூற்பைப் பயன்மிக்கதாக்குவதற்கு இழைபுரிகளில் மாசுப்பொருள் இடம்பெறக்கூடாது.

நூற்கப்படும் நூலின் சிணுக்கு எண் (நுண்மை) தேவை உயர உயரச் செயல்முறைகளில் மின்னாற்றல் தேவையும் கூடுகிறது. வெட்டிழை நீளம் கூடக் கூடச் சுழலியின் அளவும் கூடுதலாகும். இதன் இறுதி விளைவாக விசைச் சுழலியின் விரைவும் கூடுதலாக்கப்படவேண்டும்.

தன்முறுக்கு நூற்பு (self twist spinning). கம்பளி மற்றும் கம்பளியை ஒத்த இழைகளுக்காக முதன்முதலாக ஆஸ்திரேலியாவில் உருவாக்கப்பட்ட இந்நூற்பு முறையில் வரிசையாக அமைக்கப்பட்ட இழைப்பு உருளைகளுக்கிடையே இரு தனி பஞ்சுத் திரிகள் இழுக்கப்படுகின்றன. இவ்வுருளைகள் மரபுவழி உருளைகளைப்போன்று தன் அச்சில் உருளுவதுடன் பக்கவாட்டிலும் அசைந்தாடுகின்றன. இவ்வசைதல் இயக்கத்தினால் இரு திரிசரங்களும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு மாறு முறுக்கைக்குள்ளாகின்றன. புகுத்தப்படும் ஒவ்வொரு புரியும் உருளையைத் தொடும் புள்ளிக்கு முன்பும் பின்பும் முறுக்கப்படுகின்றன. உருளைகள் பக்கவாட்டில் மாறி மாறி அசைவதால் இடம்புரி, வலம்புரி என இருவகை முறுக்கமைப்புகள் நூலில் இடம் பெறுகின்றன. இந்நூல்களை மீண்டும் மரபு வழி நூற்புக்குட்படுத்தினால் நூலின் வலிமையைக் கூட்டுவதுடன் ஒரே திசையிலான முறுக்கேற்றத்தையும் தோற்றுவிக்கலாம். இம்முறையின் இயங்குவழி பின்வருமாறாகும். இரு திரிகளும் (rovings) உருளையின் மீது தொடுகையில் அவற்றிடையே சிடுக்கு ஏற்படுகிறது. தொடுகை அழுத்தம் விலக்கப்பட்டவுடன் முறுக்கேற்றம் அகலத் தொடங்குகிறது. முழுமையாக அகல இயலாமையால் ஒன்றின் மீது ஒன்று அடுக்காகிறது. இறுதியில் திருகு ஆற்றலும் வளைக்கும் ஆற்றலும் சிறும நிலை அடைந்து சமநிலை எய்தப்படுகிறது. இவ்வமைப்பில் ஒரே கட்டத்தில் உதிரிகளாக இருக்கும் பஞ்சுத் திரிகள் இரண்டடுக்கு முறுக்கு நூலாகக் கண்டைச் சுற்றாமலேயே மாற்றப்படுகின்றன.



படம் 2. தன் முறுக்கு நூற்பு

மரபு வழி நூற்பு முறையைவிட இம்முறை 10 மடங்கு விரைவாக நூற்கிறது. இடத்தேவை, தொழிலாளர் ஊதியம், மின்னாற்றல் செலவு ஆகிய யாவுமே இச்செயல்முறையில் குறைவாகும்.

நிலை மின் வழி நூற்பு (electrostatic spinning). ஒவ்வொரு பஞ்சுப் பொதியிலும் ஏறத்தாழ 10% மிகச் சிறிய இழைகள் இடம் பெற்றிருக்கும். இச்சிற்றிழை அடக்கம் மிகக்குறைவாகவோ இல்லாமலோ இருக்குமாயின் நூற்புத்திறனும் உருவாக்கப்படும் நூலின் வலிமையும் கூடும். 1960 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் அமெரிக்க வேளாண்மைத் துறை நடத்திய ஆராய்ச்சியின் விளைவாகப் பருத்தியில் இந்நுண்ணிழைகள் அகற்றப்பட்டு ஒரே சீரான இயைபு பொதி முழுதும் அமைந்திருக்குமாறு செய்யப்பட்டது. நன்கு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் ஒரு நி லைமின்புலத்தின் துணைக்கொண்டு நீளமான இழைகளிலிருந்து சிற்றிழைகளாகப் பிரிக்கலாம் என்று தெரியவந்தது. இரு மின்முனைகளுக்கிடையே அடர்த்திச்சரிவு கொண்டதொரு நிலை மின்புலம் நிறுவப்படுகிறது. தனியாக்கப்பட்ட நீளிழைகள் ஒரு காற்றோட்டத்தால் கண்டுக்கு இட்டுச் செல்லப்படுகின்றன. சிற்றிழைகள் அடர்த்தி குறைந்த மின்புலத்திலுள்ள மின்முனைகளால் கவரப்பட்டு ஒரு கலத்தில் குவிக்கப்படுகின்றன. இரு மின்முனைகளுமே சுழலுகின்றன என்றாலும் இழைகளின் நகரும் விரைவு அவற்றின் நீளங்களின் சார்பலனாகும்.

சிற்றிழைகளை அகற்ற இயலும் என்னும் உண்மையைவிடச் சில திருத்தங்களுடன் இம்முறையைக் கொண்டு பொதியைத் திறப்பதிலிருந்து நூற்பு வரையிலான பல கட்டங்களையும் தவிர்த்துவிடும் என்பது இக்கட்டங்களுக்கான கருவிகள் வாங்கத் தேவையில்லை என்னும் பெரிய கூடுதல் பயனை விளைவிக்கிறது. பொதியிலிருந்து நேரடியாக உருவப்படும் பஞ்சு ஒரு சிறிய எந்திரத்தினால் நல்ல இழை ஒருங்கிணைப்புடன் நூலாக்கப்படுகிறது என்பது நெசவுத் துறையில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றமாகும். இதற்கான உரிமைப் பட்டயத்தைச் சில நூல் தயாரிப்பாளர்கள் விலைக்கு வாங்கித் திருத்தங்கள் புகுத்தி நடைமுறைப்படுத்துகின்றனர்.

கழிப்பு நூற்பு (Vortex spinning). போலந்தில் 1975 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இம்முறை திறந்த முனை நூற்பின் தொடர்பு முறையாகும். சுழலியின் தேவை தவிர்க்கப்பட்டு, காற்றோட்டத்தில் இழைகள் ஒரு குழாயினுள் ஈர்க்கப்படுகின்றன. காற்றுப்போக்கில் ஒரு நூல் புகுத்தப்பட்டுச்

சுழற்றப்படுகிறது. இதனால் மற்ற இழைகளும் இதன்மீது கவரப்பட்டு முறுக்கேற்றம் அடைகின்றன. ஒன்றிணைந்த இழைகள் தொடர்ச்சியான நூலாக வெளிவருகின்றன. இவ்வுத்தியில் இயங்கும் பகுதிகள் இல்லாமையால் தயாரிப்புச் செலவு குறைவாகும். ஆனால் நூல்கள் ஒழுங்கற்றும் வலிமை குன்றியும் உள்ளன.

காற்றுத்தாரை வழி நூற்பு (air jet spinning). ஜப்பானில் உருவாக்கப்பட்டு, 1981 இல் வணிக அளவில் ஏற்கப்பட்ட முறையான இதில் கம்பெனி, செயற்கை வெட்டிழை, பருத்தி-செயற்கைக் கலப்பின இழை ஆகியன நூற்கப்படுகின்றன. பஞ்சுப் பொதியிலிருந்து முன்கூட்டியே நிர்ணயிக்கப்பட்ட அளவுக்குப் புரி (sliver) இழுக்கப்பட்டு உருளைகளின் வழியே ஒரு தகட்டின்மீது செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் மறு முறுக்குத் (back twist) தவிர்க்கப்படுகிறது. இறுதியாக இழைபுரி காற்றழுத்த முறுக்கேற்ற அறையில் புகுத்தப்படுகிறது. இவ்வறையின் சுவர்களில் பொருத்தப்பட்ட துளைகளின் வழியாகத் தாரை அறையின் மைய அச்சுக்கோட்டினை நோக்கிப் பீச்சப்படுகிறது. இழைகள் ஒன்றோடொன்று சுழன்றிணைகின்றன. சிறப்பு வளையங் களும், காடிகளும் அவற்றில் ஓட்டும் இழைகளை அகற்றும் நோக்கத்துடன் பொருத்தப்படுகின்றன. இவ்வறையில் S-திசை முறுக்கு அளிக்கப்பட்ட நூல் காற்றோட்டத்தால் அடுத்த அறைக்கு இட்டுச் செல்லப்பட்டு, அங்கு Z - திசை முறுக்கு அளிக்கப்படுகிறது.

தாள் நூல் (fasciated yarn) எனப்படும் காற்றுத் தாரை நூற்பு வெளியீட்டு நூல் சிறப்பான உள்ளமைப்புக் கொண்டது. மற்ற நூல்களில் உள்ளமை போன்று பொதுமையத் திருகு சுருள்கள் தாள் நூலில் இடம் பெறுவதில்லை. தாள் நூலில் ஒன்றிற்கொன்று அமைந்த வெட்டிழைகளாலான உள்ளகத்தைச் சுற்றி ஓர் இழைப் போர்வை படிகிறது. காற்றுப் பீச்சலினால் போர்வை இழைகள் உள்ளக இழைகளைக் கூடுதல் முறுக்கேற்றத்திற்குள்ளாக்குகின்றன. உள்ளக இணை இழைகளினால் நீளிழைத் தன்மையும், போர்வைகளினால் நூற்ற-நூல் (spun-yarn) தன்மையையும் பெறும். வளைய நூற்பு வழி நூல்களைவிடக் காற்றுத்தாரை நூற்பு வழி நூல்கள் தூய்மை கூடியவையாகவும் பளபளப்பான பிசிர் நிறமுடையனவாகவும் இருக்கும்; ஆனால் நெசவின்போது தேவைப்படும் நெகிழ்மை இவ்வகை நூலில் குறைந்திருக்கும். இந்நூலின் குறுக்களவு ஒரே சீர்மையாக இருக்கும். திறந்த முனை நூற்பில் பெறப்படும் நூலின் இழைச் சிணுக்கு எண் இங்கும் எய்தப்படும். வளைய நூற்பு நூலுக்கும் திறந்த முனை நூற்பு நூலுக்கும் இடைப்பட்ட இழு வலிமையை இந்நூல் பெற்றிருக்கும்.

திரிபில்லா நூற்பு (twistless spinning). இழைகளை ஒன்றோடொன்று முறுக்காமல் நூற்கும் முறைகள் வழக்கிலுள்ளன. இழைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக, தக்க வேதிக் கோந்துப் பொருளினால் ஒட்டுவிக்கப்படுகின்றன. இந்நூல்களைக் கொண்டு நெய்யப்பட்ட துணிகளிலிருந்து இவ்வேதிப் பொருளை அகற்றிவிடலாம். ஹாலந்தின் இழை ஆராய்ச்சி நிறுவனம் டெக்-ஜா (tek-Ja) என்னும் திரிபில்லா நூற்பு முறையைக் கண்டுபிடித்துள்ளது. கோது நீக்கப்பட்ட கலப்பின (பருத்தி, ரேயான், பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக் ஆகியவற்றின் கலப்பின வெட்டிழைகள்) இழைகளை ஓர் இழுப்புச் சட்டத்தில் பொருத்தி, பாலி வினைல் ஆல்கஹால் (PVA) பிணைப்பு இழைகளால் இணைக்க வேண்டும். மொத்த இழை எடையில் நீரில் கரையவல்ல இந்த PVA ஒட்டுவிப்பி இழையின் விழுக்காடு 5-10 ஆக இருக்கும். கலப்பின இழைப்புரி ஏறத்தாழ 10 மடங்கு அளவுக்கு இழுக்கப்படுகிறது. பின்பு நீரில் நனைக்கப்பட்டு, மறு இழுப்புக்குட்படுத்தப்படுகிறது. இந்நிலையில் தொடுவியல் கோணத்தில் நீர் பீச்சப்படுகிறது. இதனால் ஒரு சுழிப்புத்தோன்றி இழையில் மாறு முறுக்கை ஏற்றுகிறது. ஈர நிலையில் 6-40 மடங்கு இழுவைக்குட்படுத்தப்படுகிறது. மீண்டும் நீராவி அல்லது சுடுநீர் வளியில் மாறு முறுக்கைக்குட்படுத்தப்படுகிறது. சூடாக்கப்பட்ட சுழலும் உருளையின் மீது நிமிடத்திற்கு 400மீ. என்னும் விரைவில் சுற்றப்படுகிறது.

இந்நூல் நாடாவடிவில் இருக்கும். துணியாக நெய்யப்பட்ட பின்பு நீரில் கரையும் PVA ஒட்டுவிப்பிக் கரைத்துப் பிரிக்கப்படுகிறது. நூலிலுள்ள இழைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக உள்ளமையால் தட்டையான, வழவழப்பான புறப்பரப்புத் தோன்றுகிறது. இதன் விளைவாகப் பளபளப்புக் கூடுவதுடன், சாய ஊன்றுகையும் நன்கமைகிறது. நூலிழைகள் ஒன்றோடொன்று பிணைக்கப்பட்டமையால் கனமானவையாகத் தோற்றமளித்தாலும், உண்மையில் லேசானவையாகவே இருக்கும். மரபு வழி நூல்களைவிடத் திரிபில்லா நூல்கள் குறைவாகவே சுருக்கம் அடைகின்றன. இந்நூல்கொண்டு நெய்யப்பட்ட துணியின் வலிமை இழையின் உள்ளார்ந்த வலிமையையும், பாவு நூலாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறுக்கு வகை நூலின் வலிமையையும் பொறுத்திருக்கும். அமெரிக்காவில் டெக்சாஸ் தொழில்நுட்பப் பல்கலைக்கழகத்தின் துணி ஆராய்ச்சி மையம் இத்துறையில் ஆழமான ஆராய்ச்சிகளை நடத்தியுள்ளது.

நீளிமை நூற்பு முறைகள் (filament yarn spinning). செயற்கை இழைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின் முடிவிலா, நுண்மைமிக்க இழைப்புரிகளைத் தயாரித்தல்

எளிதாயிற்று. இவற்றிலிருந்து நூல் நூற்றல் வெட்டிழைகளிலிருந்து நூல் பெறுதலைவிட எளிதாகும். நீளிழை நூல்களுக்கு மிகக் குறைந்த அளவு முறுக்கேற்றம் போதுமானது (50-75 மி.மீட்டருக்கு ஒரு சுற்று). நெசவின்போதோ பின்னும்போதோ நீளிழைகளை ஒருங்கிணைப்பதற்கு இம்முறுக்களவு போதுமானதாகும். இவ்வளவு குறைவான முறுக்கு வளைய நூற்பு முறையில் நிமிடத்திற்கு 700-800 மீ. என்னும் குறைந்த விரைவு வரம்பில் மட்டுமே எட்ட முடியும். எனவே நீளிழைகளுக்கிடையே இணை இசைவு ஏற்படுத்த, புதிய முறைகள் ஆராயப்பட்டன. ஒரு பயன்மிக்க முறையில் நுண் துளைகளின் வழியே காற்று பீச்சப்பட்டு நீளிழைகள் பிரித்து மீண்டும் இணைக்கப்பட்டுக் கோத்துப் பின்னிய நூல் உருவாகிறது. நிமிடத்திற்கு 3000 மீ. என்னும் விரைவில் நூல் நூற்கப்படுகிறது.

நீளிழை நூற்பு மூன்று வகை உத்திகளில் நிகழ்த்தப்படலாம். ரேயான் நூலுக்குகேற்ற ஈரநூற்பு முறையில் (wet spinning) இழைப்பொருள் தக்கதொரு நீர்மத்தில் கரைக்கப்பட்டு கரைசல் ஒரு துளைமுகப்பு வழியே மற்றொரு வேதிக் கரைசலில் பீச்சப்படுகிறது. இக்கரைசல் பீச்சப்படும் கரைசலை வீழ்படிவாக்கித் தொடர் இழையாக்குகிறது. துளை முகப்பிலுள்ள துளைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து நூலின் புரியமைப்பு அமையும். நூலின் தடிமன் நுண்துளைகளின் அமைப்பைப் பொருத்திருக்கும்.

உலர் நூற்பு முறையில் இழைப் பொருள் தக்கதொரு கரிமக் கரை சலில் கரைக்கப்பட்டு கரைசல் நுண்துணை முகப்பு வழியே அழுத்தம் குறைவாக நிலவும் அறையொன்றில் பீச்சப்படுகிறது. இங்கு நீர்மம் ஆவியாகி இழை மீண்டும் உருவாகிறது. அசெட்டேட் ரேயான் இவ்வகையில் நூற்கப்படுகிறது.

உருக்கு நூற்புமுறை நைலானுக்கு ஏற்றதாகும். உருக்கி நீர்மமாக்கப்பட்ட இழைப்பொருள் நுண்துளை வழியே பீச்சப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. பிற நீளிழை நூற்பு முறைகளைப் போலவே இம்முறையிலும் ஒற்றை அல்லது பன்னீளிழை (multifilament) நூல்களை நூற்கலாம்.

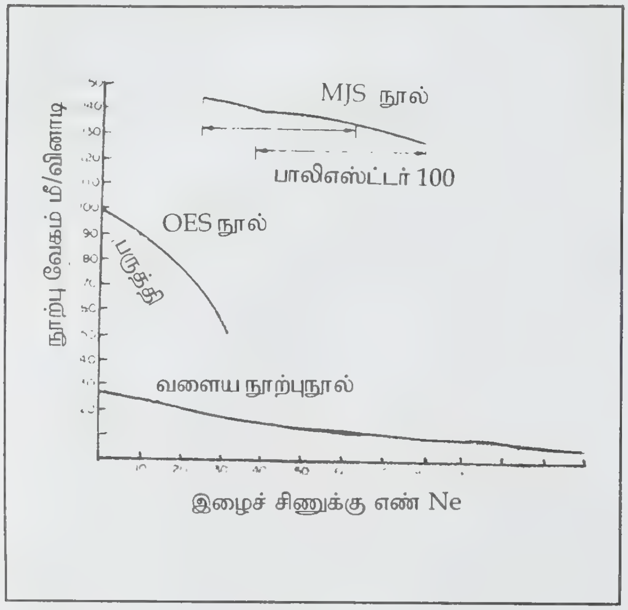
இருகூறு நூற்பு (bicomponent spinning). செயற்கை இழை தயாரிக்கையில் நைலான் போன்ற பல்லுறுப்பியைப் பல்வேறு வகைகளில் உருவாக்கலாம் என்னும் உண்மையைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும். பல்வேறு நைலான்களுக்கும் சில பொதுப் பண்புகள் உள்ளமை உண்மை யேயாயினும் அவை வேறு சில பண்புகளில் மாறுபட்டும் இருக்கின்றன. இவ்வாறு வேறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட இழைகளைத் தக்க விகிதத்தில் கலந்து ஏற்ற பண்புகளைக் கொண்டதொரு கலப்பு வகை நூலைத் தயாரிக்க வேண்டும் என்னும் நோக்கத்துடன் ஒரு புதுவகை உருக்கு நூற்பு முறை தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இதன் அடிப்படையில் ஒரே பல்லுறுப்பியின் மாறுபட்ட வகைகளை ஒரே நுண்துளை முகப்பு வழியே பிழிந்து வார்த்து இரு (பன்மைக்) கூறு நூலைப் பெறலாம். இதற்கென மூன்று உத்திகள் வழக்கிலுள்ளன. இரு பல்றுப்பிகளையும் ஒரே துளை வழியே பீச்சிடும் முறையில் நீளிழையின் ஒரு பக்கம் ஒரு பல்லுறுப்பயும் மற்றப் பக்கம் மற்றொரு பல்லுறுப்பையும் பெற்றிருக்கும். ஒரு நுண்துளை முகப்பை மற்றொன்றினுள் புகுத்திப் பிழிந்து வார்க்கும் முறையில் உள்ளக நுண்துளை வழியே ஒரு பல்லுறுப்பியையும் வெளியுறைத் துளை வழியே மற்றொரு பல்லுறுப்பியையும் அழுத்தத்தில் செலுத்திக் குளிர்வித்தால் நூலின் உட்பக்கம் ஒரு பல்லுறுப்பியும் வெளிப்புறம் மற்றொன்றும் இடம் பெறும். உருக்கிய நிலையிலுள்ள ஒரு பல்லுறுப்பியில் மற்றொன்றைத் திவலைகளாகச் சிதறவைத்து இக்கலவையை ஒரே துளை வழியே பிழிந்து பார்க்கும் முறையில் ஒரு வகைப் பல்லுறுப்பியினாலான தளத்தில் மற்றொரு வகை சிதறி நிற்கும். இதே உத்திகளைக் கொண்டு முற்றிலும் மாறுபட்ட இரு பல்லுறுப்பிகளையும் (நைலான் பாலிஎஸ்ட்டர் ஒன்றாக) பிழிந்து வார்க்கலாம். இதனை ஈரியைபு உறுப்பு நூற்பு (biconstituent spinning) என்பர்.

ஒருங்கிணைந்த பன்மைக் கூற்று நூல் நூற்பு (integrated multicomponent yarn spining). வெட்டிழைகளுக்கென்றே சில சிறப்பியல்புகளும் நீளிழைகளுக் கென்றே வேறு சில சிறப்பியல்புகளும் உள்ளனவாதலால் இவ்விரு வகைச் சிறப்பியல்புகளையும் இணைத்து சிறந்ததொரு புதுவகை நூலை உருவாக்க முற்படுவதே இம்முறையில் அடிப்படைக் கொள்கையாகும். இங்குப் பயன்படுத்தப்படும் வெட்டிழைகளும் நீளிழைகளும் தன்மைகளில் வேறுபட்டிருக்கலாம். 1960 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் கனடா நாட்டைச் சேர்ந்த எமிலியன் மற்றும் ஆன்ட்ரூ பாப்போவிஸ் என்னும் தந்தைமகன் குழு ஒருங்கிணைந்த கோவை நூற்பு (integrated composite spinning) முறையை உருவாக்கினர். இங்கு ஒரு நீளிழையின்மீது வெட்டிழை உறை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

மற்றோர் உத்தியில் வெட்டிழை மீது நீளிழையினாலான உறை உருவாக்கப்படுகிறது. தன்-நிரப்பு (selfil) முறையில் தன் முறுக்கேற்றம் செய்யப்பட்ட வெட்டிழை உள்ளகத்தின்மீது இரு நீளிழை உறைகள் போர்த்தப்படுகின்றன. ஒரு நீளிழையின் S-Z முறுக்குகள் மாறி

மாறி வரும். மற்றொன்றில் Z-S என மாறி மாறி வரும். இதனால் ஒரு நீளிழையின் S மற்றொன்றின் Z உடன் பொருந்தும். மேற்கூறிய ICS முறைகள் மூலம் நிமிடத்திற்கு 300-750 மீ. வரை நூற்பு விரைவை அமைக்கலாம்.

கட்டமைப்புக்குக் கணிசமான முறுக்கேற்றம் தேவைப்படுவதால் வெட்டிழைவகை நூல்கள் நீளிழை நூல்களைவிட மெல்ல நூற்கப்படு கின்றன. நுண்ணிய (finer) வெட்டிழைகளுக்கு முறுக்கேற்றம் கூடுதலாகத் தேவைப் படுகிறது. இதனால் சன்ன நூல் தயாரிப்பு வீதம் முரட்டு நூல் தயாரிப்பு வீதத்தைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். மேலும் திறந்த முனை நூற்பு முறை வளைய நூற்பு முறையைவிட 10 மடங்கு வரை விரைவாக நூலைத் தயாரிக்கவல்லது. (படம்4).



படம் 4

காற்று-தாரை அமைப்புகள் திறந்த நூற்பை விட ஏறத்தாழ 1.5 மடங்கு கூடுதல் விரைவு கொண்டவை. எனினும் இழைச் சிணுக்கு எண் வரம்பு வளைய நூற்பு முறையில் மிகவும் பரவலானது. ஓரளவுக்கு இவ்வுண்மை பல புதிய முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இப்போதும் வளைய நூற்பு முறை பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருவதற்குக் காரணமாகிறது.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். *Encyclopaedia of materials Science and Engineering*, Volume 7, Pergamon Press, Newyork, 1986.

திறந்தவெளிச் சுரங்கவியல்

கனிமங்கள் அமைந்துள்ள இடம், கனிமப் படிவத்தில் நிலை, அமைந்துள்ள விதம் கனிமப் படிவப் பாறையின் சாய்வு (dip), போக்கு (strike),கனிமப் படிவத்தின் தன்மை, தரம், பொதியளவு, அக்கனிமப் படிவப் பாறைகளுக்கிடையே கலந்துள்ள வேண்டாத பிற பாறைகள் அவற்றின் பொதியளவு, விழுக்காடு, மேற்கூரையாக அமைந்துள்ள பாறைகளின் தன்மை, பொதியளவு, விழுக்காடு, அங்குள்ள நிலத்தடி நீரைப் பற்றிய குறிப்புப் போன்ற விவரங்களைத் திரட்டித் தொகுத்து அறிக்கையாகக் கொடுக்கும் பணிக்குத் தேட்டம் (exploration) என்று பெயர்.

இத்தேட்ட அறிக்கையை நன்கு கூர்ந்து ஆய்ந்து தேவையான கனிம உற்பத்தி, முதலீடு,விலைவாசி,உற்பத்தி செலவு, மின்சாரம், பணியாளர் கிடைக்கக்கூடிய வாய்ப்புப் போன்றவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு அக்கனிமத்தினை வெட்டி எடுக்கும் முறையை திட்டமிட வேண்டும். கனிமங்களை வெட்டி எடுக்கும் முறைக்குச் சுரங்கமுறை (mining method)என்று பெயர். கனிமங்களை வெட்டி எடுக்கும் இடத்தைச் சுரங்கம் (mine) என்பர். இதனைக் குடைந்தெடுக்கும் சுரங்கம் (underground mining) என்றும், திறந்த வெளிச் சுரங்கம் (open cast mining) என்றும், வெட்டி எடுக்கும் முறையை வைத்து இரு வகையாகப் பிரிப்பர். திறந்தவெளிச் சுரங்க முறையை மேற்பரப்புச் சுரங்க (surface mining) முறையெனவும் வழங்குவர். அமெரிக்கர் இதற்குப் பட்டைச் சுரங்க முறை (strip mining) எனப் பெயரிட்டுள்ளனர்.

குடைந்தெடுக்கும் சுரங்கம். இம்முறையில் கனிமப் படிவத்தின் மீது அமைந்துள்ள வேண்டாத பாறைகளை அகழ்ந்தெடுத்து வீண் செலவு செய்ய வேண்டியதில்லை. மேல் தளத்திலிருந்து ஒரு குகை போல் (shaft) அடியில் குடைந்து சென்று வேண்டிய கனிமம் இருக்குமிடத்தை அடைந்ததும் விரிவாக்கிக் கிளைக்குடைவுகள் அமைத்துக் கனிமங்களை மட்டும் வெட்டி எடுத்து மேலே கொண்டு வந்துவிடலாம். ஆனால் இதற்கு மேல்தளக் கூரை உறுதியான பாறைகளால் ஆனதாகவும், எடை மிகுந்ததாகவும் பாறைப் பிளவு,வெடிப்பு தொடர்குறிப்பாறை ஆகியவையற்றும் இருக்க வேண்டும். இருப்பினும் இம்முறையைக் கையாள்வதில் பல சிக்கல்களும் கடினங்களும் உள்ளன. புவிக்கடியில் தோண்டப்படுவதால் முதலில் சுவாசிப்பதற்குக் காற்றும், அங்குக் காணப்படும் மிகு அழுத்த நிலையைப் போக்க வசதிகளும், இரவு பகல் எந்நேரத்திலும் ஒளியும் வேண்டும். புவிக்கடியில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் வளிமங்கள் உள்ளமையால் ஒளி அமைப்பு முறையில் பாதுகாப்புக் கொண்டிருக்க வேண்டும். மேற்கூரை

இடிந்து விடாமல் இருக்கத் தக்க ஏற்பாடுகளும், நிலத்தடி நீரை வெளியேற்ற வசதியும் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

மேற்பரப்புச் சுரங்க முறை. இச்சுரங்க முறையே எளிமையானதும் மிகவும் சிக்கனமானதும் ஆகும். இதில் கனிமப் படிவத்தின் மீது படிந்துள்ள மண், பாறை இவற்றைத் தக்க பொறிகளால் துளை போட்டு, வெடிமருந்து வைத்து உடைத்து நீக்கிப் பின்னர் கனிமப் படிவத்தை எடுப்பர். இவ்வெளிய முறையே பெருமளவில் கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது.

பயன். மேற்கூரைக் கட்டுப்பாடு, காற்றோட்ட வசதி ஏற்படுத்தல் போன்ற சிக்கல்கள் இம்முறையில் இல்லை. குகைச் சுரங்க முறையில் மேற்கூரை நிற்பதற்காகக் கனிமப் படிவில் தூண்கள் நிறுத்த வேண்டும். எனவே, தேவையான கனிமம் அனைத்தையும் வெட்டியெடுக்க முடியாது. தூண்கள் எடுப்பதால் நன்கு பயன்படவேண்டிய கனிமம் வீணாகும். மேற்பரப்புச் சுரங்க முறையில் இத்தகைய தூண்கள் எடுக்க வேண்டியிராமையால் கனிமத்தின் பெரும்பகுதியைத் தோண்டியெடுக்க முடியும். குகைச் சுரங்க முறையில் குடைவுகள் அமைப்பது போன்ற வளர்ச்சிப் பணிகள் மேற்கொள்ள வேண்டியுள்ளமையால் காலம் வீணாவதுடன் முதலீட்டையும் மீளப் பெறவியலாது. ஆனால் மேற்பரப்புச் சுரங்க முறையில் குறுகிய கால வருவாய் கிடைப்பதற்கான வாய்ப்புகள் உள்ளன.

இச்சுரங்க முறையில் கனிமக் கிடைச்செறிவு (concentration) மிகுந்துள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திற்குள் மிகுதியான கனிமத்தை வெட்டியெடுக்கவும் முடியும். எனவே, மேற்பார்வை செய்வதும் எளிதாகி விடுகிறது. பகல் நேரங்களில் ஒளியமைப்புச் செலவின்றி இயற்கை ஒளியிலேயே பணி செய்யலாம். இரவில் மட்டுமே செயற்கை ஒளி வசதி செய்ய வேண்டும். குகைச் சுரங்க முறையோடு ஒப்பிடும்போது விபத்துகளும் இன்னல்களும் மிகக் குறைவு. இம்முறையில் வளிமம் வெடிப்பின் தீங்கேதும் இல்லை. நலவாழ்வு வசதிகளையும் ஏற்படுத்த முடியும். இயற்கை ஒளியிலும், திறந்த வெளியிலும் பணியாற்றுவதால் பணியாளரின் முழுத்திறமை கொண்டு உற்பத்தியையும் பெருக்க இயலும். பெண்களையும் பணிக்கமர்த்தலாம். எனவே ஒரு குடும்பத்தினர் அனைவரையும் பணிக்கமர்த்தித் தொழிலாளரின் வீட்டுவசதிச் சிக்கலை எளிதாக்க முடியும்.

மேற்கூரையை நீக்கிக் கனிமப் படிவத்தைத் தொட்டவுடன் தேவைக்கேற்ப உற்பத்தியைப் (production) பெருக்கலாம். குகைச் சுரங்க முறையோடு ஒப்பிடும்போது இதில் மிகச்சில கடுமையான சுரங்க விதிகளையே கடைப்பிடிக்க வேண்டும். எனவே, சில தகுதி வாய்ந்த மேற்பார்வையாளர்களைப் பணியமர்த்தினாலே போதும். விதிக்கான சோதனைகளும் குறைவே; பொறி இயக்குவோருக்குப் பயிற்சி அளிப்பதும் எளிது; மிகுதியான அளவில் சுரங்கத்தை எந்திரமயமாக்க இயலும்; பயன்படுத்த வேண்டிய பொறிகளின் பருமக் கட்டுப்பாடுகளும் இல்லை.

குறைபாடுகள். பருவக் கால மாற்றங்களால் இச்சுரங்கப் பணி பாதிக்கப்படுகிறது. நண்பகல் கோடையிலும், குளிர்கால நள்ளிரவுகளிலும் தொழிலாளரின் வேலைத் திறன் குறைந்தே இருக்கும். மேலும் மழைக் காலங்களில் இச்சுரங்கங்களில் நீர் நிரம்பிவிடுவதால் உற்பத்தி பாதிக்கப்படும். தேங்கிய நீரை எந்திரங்களின் உதவியால் அகற்றிய பின்னரே உற்பத்தியை மீண்டும் தொடங்க முடியும். இம்முறையில் மேற்பரப்பு அகற்றப்படுவதால் திறம் - நிலம் வேளாண்மை செய்யவோ வீடு கட்டவோ பயனற்றதாகிறது. சுரங்க உரிமம் கனிமம் எடுப்பதற்கான கீழ்த்தள உரிமையே கொடுக்கிறது. இம்முறையில் செயல்படுவதற்கு மேற்பரப்பு உரிமை பெற மிகுதியான நிலங்களை வாங்க வேண்டும். புவிக் கடியில் மிக ஆழத்தில் புதைந்து கிடக்கும் கனிமங்களை வெட்டியெடுப்பதற்கு இம்முறை சிக்கனமானதன்று.

போட்ட முதலீட்டிற்கு உடன் வருவாய் கருதி இம்முறையில் செயல்படும்போது கனிமப் படிவத்தின் மேற்பகுதியையே முதலில் தோண்ட வேண்டும். மேற்பகுதி கசிவு நீராலும், கால மாற்றத்தாலும் சிதைந்து தரங்குன்றியதாக உள்ளமையால் நல்ல விலையைப் பெறுவதில் இன்னல்கள் ஏற்படும். கூரைப் பகுதிகளில் உள்ள மண்ணையும் பாறைகளையும் வேண்டாத கழிவுப் பொருளாகக் குவித்து வைப்பதற்குத் தனியே நிலம் வாங்க வேண்டும். பொதுவாகக் கனிமப் படிவம் புவிக்கடியில் குறைந்த ஆழத்தில் படர்ந்தும் கனிமப் போக்கில் (strike) நீண்டும், ஓரளவு சாய்ந்தும் அமையப் பெற்றதால் மேற்பரப்புச் சுரங்க முறைக்கு ஏற்றதாகும்.

மேற்பரப்புச் சுரங்க முறைகள் (Opencast mining method). இயக்கும் முறைகளை வைத்து மேற்பரப்புச் சுரங்கங்களை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

ஆள் சுரங்கம் (Manual Mining). அமுக்கக் காற்றைப் (compressed air) பயன்படுத்தித் துளையிடும் கருவிகளைக் (drills) கொண்டு துளைகள் போட்டு வெடிமருந்துகளை வைத்துப் பாறைகளை தகர்த்து வேண்டிய பருமனுக்குப் பணியாள்களை அமர்த்தி உடைத்து கனிமங்களை அனுப்புவர். இதில் உற்பத்தியை அதிகரிக்க தொழிலாளர்களை அதிகரிக்க வேண்டும். தொழிலாளர்களை வைத்துப் பணி செய்வதால் விதிமுறை ஊதியம், வருங்கால

வைப்பு நிதி, ஊக்கத் தொகை போன்ற நடைமுறைச் செலவுகள் அதிகரிக்கும். மனித ஆற்றலுக்கு ஓர் எல்லையுண்டு. எனவே உற்பத்தி மிகுதியும் தேவைப்படும் நெய்வேலிச் சுரங்கம் போன்றவற்றை எந்திரங்களை வைத்தே இயக்கமுடியும். நாளொன்றுக்கு 500 டன்னுக்கு உற்பத்தி குறைவான சுரங்கங்களையே தொழிலாளரை வைத்து இயக்கி மிகு வருவாய் பெற முடியும்.

பாதி எந்திரமயச் சுரங்கம். இச்சுரங்கங்களில் பெரிய துளை போடும் எந்திரப் பொறிகளைப் (wagon-drills) பயன்படுத்துவர். மிகு வெடிமருந்துகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். சுரங்கங்களின் எனவே, (benches) உயரமாக அமைத்துக் கொள்ளலாம். எனவே, ஒரு முறை வெடி வைப்பதால் மிகுதியான பாறைகளைத் தகர்த்துக் குவிக்கலாம். கனிமத்தைப் பிரித்து எடுப்பதற்கும் கழிவுப் பாறைகளை வண்டியில் ஏற்றுவதற்கும் தொழிலாளரைப் பயன்படுத்துவர். மண் அள்ளி ஏற்றும் எந்திரங்களைக் (tractor shovels) கொண்டு கனிமங்களையும் தனிக் கழிவுப் பாறைகளையும் வண்டிகளில் ஏற்றுவர். இதனால் தொழிலாளரைக் குறைப்பதுடன் விரைவாகவும் மலிவாகவும் பணியை முடிக்கலாம். இம்முறையில் நாளொன்றுக்கு 2000 டன் உற்பத்தி செய்யலாம்.

எந்திரமயச் சுரங்கம். நெய்வேலி போன்ற பெரும அளவுக்கு உற்பத்தி செய்யுமிடங்களில் பெரிய எந்திரங்கள் பயன்படுவதால் இங்கு எந்திரங்களை இயக்குவோரைத் தவிர வேறு பணியாளர்கள் எவரும் இலர். மாபெரும் எந்திரங்களான மண்வாரி (dragline), அகழ்ந்தள்ளும் எந்திரம், பெரிய சரக்கு வண்டி, 12 செ.மீ அங்குல விட்டத்திற்கு மேல் துளை போடும் பெரிய எந்திரம் போன்றவை பயன்படுகின்றன. இவ்வகைச் சுரங்கப் பணிக்கு மிகப் பெரிய பரந்த கனிவளமிக்க இடமும் பெரும் முதலீடும் தேவையாகும்.

சுரங்கம் ஏற்படுத்த வேண்டிய தளத்தின் நிலைமைக்கேற்பச் செயல்முறைகளும் மாறுபடும். சான்றாக மலைப்பாங்கான இடத்தில் மலைச் சரிவு சுரங்கம் (contour strip mining) என்னும் முறையில் திட்டமிட வேண்டும். அதாவது மலைச்சரிவில் கனிமம் தெரியுமிடத்தில் தொடங்கிப் பாறையை மேல்நோக்கி நீக்க வேண்டும். பின்னர் அடியில் உள்ள கனிமப் படிவத்தை நீக்க வேண்டும். அதேபோல் சமதளமான இடத்தில் படுக்கை நிலையிலுள்ள கனிமத்தை நீக்குவதற்கு முதலில் செவ்வக வடிவத்தில் குழி தோண்டிக் கனிமப் படிவத்தைக் கண்ட பின்னர் நீள் வாட்டத்தில் (strike direction) ஆரங்கள் அமைத்துச் செயல்படவேண்டும். உற்பத்தி அளவு, முதலீடு, உற்பத்தி அடக்க விலை, சுரங்கப் பாதைப் பரப்பளவு, மேல்மண் அளவு, கனிமப் படிவத்தின் அளவு, மேல்மண் கனிமம் இவற்றிற்கான விகிதம் முதலியவற்றைக் கணக்கிட்டுச் சரியான செயல்முறையினைச் செய்ய வேண்டும். பொதுவாக மேல்மண் கனிம விகிதம் பின்வருமாறு அமைய வேண்டும்.

	மேல் மணி கனிம விகிதம்
ஆள்சுரங்கம்	1 : 1-1.5
பாதி எந்திரச்சுரங்கம்	1 : 2
எந்திரமயச் சுரங்கம்	1 : 4-5

மேற்பரப்புச் சுரங்கங்களைத் திட்டமிடுதலில் மேல் மண் நீக்க விகிதம் (stripping ratio) இன்றியமையாத பங்கு பெறும். மேல் மண் நீக்க விகிதம் என்பது 1.க.மீ. கனிமத்தைத் தோண்டியெடுக்க எத்தனைக் க.மீ. மேல் மண் எடுக்க வேண்டும் என்பதாகும். இது வெட்டியெடுக்கப்படும் கனிமத்தின் விலையையும் பொறுத்துள்ளது. காட்டாக 1.க.மீ. இரும்புக் கனி, செம்புக் கனி, தங்கக் கனி இவை விலையில் பெரும் வேறுபாடு கொண்டவை. 1 க. மீ. இரும்பும் கனியை வெட்டியெடுக்க 4 க.மீ. மேற்பாறை எடுக்கலாமென்றால் 1 க.மீ. செம்புக்களியை எடுப்பதற்கு 40 க.மீ. மேற்பாறையையும், 1. க.மீ. தங்கக் கனியை எடுப்பதற்கு 400 க.மீ. மேற்பாறையையும் எடுக்கலாம். பொதுவாகக் கீழ்க்காணும் விதியைப் பின்பற்றலாம்.

$$\text{மேற்பாறை கனிமம்} = \frac{\text{ஒரு டன் கனிமத்தின் சந்தை விலை} - \text{ஒரு டன் கனிமத்தின் அடக்க விலை}}{\text{1.க.மீ. மேற்பாறை தோண்டுவதற்கு ஆகும் செலவு}}$$

நவீன வளர்ச்சிகள். இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின் நிகழ்ந்த தொழில் புரட்சியின் காரணமாக உலகின் பல பகுதிகளில் கனிமங்களின் தேவை பன்மடங்கு பெருகியமையால் சுரங்கத் தொழில்நுட்பம் (mining technology) வளர்ந்தது. வளர்ந்து வரும் தேவையை ஈடுகட்ட உற்பத்தியை அதிகரிக்க வேண்டிய நிலையில் பெரிய எந்திரங்களை உருவாக்கினர். பெரும் எந்திரங்களை மேற்பரப்புச் சுரங்கங்களில் மட்டுமே மிகுதியும் பயன்படுத்த முடியும் என்பதால் இச்சுரங்க முறைத் தொழில்நுட்பம் மேன்மேலும் வளர்ச்சி பெற்று இன்றைக்கு உலகில் சுரங்க முறையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இப்போது இம்முறையில் ஏறத்தாழ 500 மீ. ஆழம் வரை கனிமங்களை வெட்டியெடுக்க முடியும் என மெய்ப்பித்துள்ளனர்.

அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மாபெரும் எந்திரங்களான பெருந்துளை எந்திரம், அமிழ்ந்தள்ளும் எந்திரம்; மண்வாரி எந்திரம, பற்சக்கர மண்வெட்டி

எந்திரம் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை. பாறைகளை அகற்றுவதற்கும் கொண்டு செல்வதற்கும் பெரும் பார வண்டிகள், வார்ப் பட்டைத் தொடர் சுமப்பான்கள் (belt conveyors), மண் விரிப்பான் எந்திரம் போன்றவையும் பயன்படுகின்றன. இவ்வெந்திரங்களால் ஆழ் திறந்தவெளிச் சுரங்கங்கள் செயல்படுகின்றன. இவற்றில் பற்சக்கர மண்வெட்டி எந்திரம் சுரங்கத் முறையில் இன்றியமையாதது. இதனால் பெருமளவிலான மண்ணைத் தொடர்ந்து வெட்டித் தள்ள முடியும். மண் கீழே ஓடிக் கொண்டிருக்கும் வார்ப்பட்டைத் தொடர் சுமப்பான் மீது விழுந்து எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

பாறைகளை வெடிவைத்துத் தகர்த்துச் சிதறிக் கிடக்கும் பாறைகளைக் குவிப்பதற்குத் தள்ளும் எந்திரம் (bull dozer) பயன்படுகிறது. இதனை அள்ளி வெளிக்கொணர்வதற்கு இருமுறைகள் கையாளப்படும். குவிந்து கிடக்கும் பாறைக்கற்களை எந்திரத்தால் (shovel) அள்ளி, பெரும் கனஊர்திகளில் நிரப்பி அனுப்புவர். கற்களைக் கொண்டு செல்லும் தொலைவிற்கேற்ப அள்ளி ஏற்றும் எந்திரத்திற்கு 5 அல்லது 6 பெரும் ஊர்திகள் அமைக்க வேண்டும். அள்ளி ஏற்றும் எந்திரம் தொடர்ந்து பணி செய்வதற்கும் தக்க ஊர்திகள் வேண்டும். இம்முறையைக் கடினமான பாறைச் சுரங்கத்திலும் பயன்படுத்த முடியும்.

இரண்டாம் முறையில் பற்சக்கர மண்வெட்டி எந்திரம், வார்ப்பட்டைத் தொடர் மண் சுமப்பான் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து செயல்படும். இது ஒரு தொடர் ஓட்டம்போல் நடைபெறும் செயலாகையால், உற்பத்தியைப் பெருக்க ஏதுவாகிறது. இப்பற்சக்கர மண்வெட்டி எந்திரம், மணல், மண் மற்றும் மென்மையான பாறைகளை மட்டுமே வெட்டியெடுக்கப் பயன்படும். நெய்வேலி நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது. 64 மீ. உயரத்திற்கு மேற்பாறையாக வுள்ள செம்பிரான்கல் படிவத்தையும் அதற்குக் கீழே படிந்துள்ள நிலக்கரியையும் வெட்டியெடுக்கத் தனித்தனி மண்வெட்டி எந்திரங்கள் பயன்படுகின்றன. மிகக் கடினப் பாறைகளை வெட்டியெடுக்க இதனைப் பயன்படுத்த முடியாது. மண் அள்ளி ஏற்றும் எந்திரத்தையே பயன்படுத்த வேண்டும்.

நீர் அகற்றுதல். சுரங்கங்களைப் பெரும்பாலும் நிலத்தடி நீர் மட்டத்திற்குக் கீழே தோண்ட வேண்டியுள்ளமையால் அவற்றில் நீர்த் தேக்கம் ஏற்படக்கூடும். சுரங்கங்களில் மழைநீர் வந்து நிரம்பும்; ஆழம் செல்லச் செல்ல ஊற்று நீரும் அதிகரிக்கும். எனவே சுரங்கத் திட்டமிடும்போதே நீர் அகற்றுவதற்குத் தக்க வழி முறைகளைச் செயல்படுத்த வேண்டும். வெளிப்புறங்களிலிருந்து வழிந்து வரும் மழைநீரைச் சுரங்கத்தின் ஒதுக்குப்புறமான இடத்தில் ஆழமான நீர்நிலைப் பள்ளம் தோண்டி அங்கு வழிந்தோடுமாறு செய்ய வேண்டும். சுரங்க அடித்தளத்தை நீர்நிலைப் பள்ளத்தை நோக்கிச் சிறிது சாய்ந்திருக்குமாறு அமைத்தால் ஊற்று நீரும் மழைநீரும் பள்ளத்தை நோக்கி வழிந்தோடும். ஊறிவரும் நீரின் அளவை கணக்கிட்டு அதனை வெளியேற்றத்தக்க விசை நீர் இறைக்கும் மின் எந்திரங்களை அமைக்க வேண்டும். மின்தடைக் காலங்களில் தானியங்கி மின் உற்பத்தி எந்திரங்களையோ எரிபொருள் நீர் இறைக்கும் எந்திரங்களையோ அமைக்க வேண்டும். இல்லையேல், சுரங்கத்தில் நீர் நிரம்பி பணி பாதிக்கப்படும்.

நெய்வேலிச் சுரங்கம் போன்ற இடங்களில் கனிமப் படிவத்திற்கடியில் நீர் ஆர்ட்டீசியன் முறையில் (articean condition) அழுத்தித் தேக்கப்பட்டுள்ளது. சுரங்கத்தைத் தொடங்கும்போதே நன்கு திட்டமிட்டுச் சுரங்கத்தைச் சுற்றிலும் ஆழ்குழாய்க் கிணறுகள் தோண்டிக் குழாய்கள் மூலம் நீர் இறைத்துக்கொண்டே இருக்க வேண்டும். நீரில் மேல்நோக்கிய அழுத்தம் குறைந்து கொண்டிருக்கும் போது தோண்டி எடுக்க வேண்டும். இல்லையேல் நீர் அழுத்தத்தால் சுரங்கத்தளம் வெடித்துச் சேதமடையும்.

- மு.இராமசாமி

துணைநூல். R.T. Deshmukh and D.J.Deshmukh, *Winning Coal and Iron Ore*, D.J. Publishing Co., Amaravathi, 1967.

திறமை

ஒரு பொறியால் வெளிப்படுத்தப்படும் திறனே, திறமை (efficiency) எனப்படும். திறமையைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம். வெளிவரும் ஆற்றலுக்கும் அந்த ஆற்றல் வெளிவரக் காரணமாயிருந்த உட்செலுத்தப்பட்ட ஆற்றலுக்கும் உள்ள விகிதம் திறமையாகும்.

$$\text{திறமை (ற)} = \frac{\text{வெளிவரும் ஆற்றல்}}{\text{உட்செலுத்தப்படும் ஆற்றல்}}$$

எந்த ஒரு பொறியிலும் திறனைப் பல வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

எந்திரவியல் திறன் (mechanical efficiency), வெப்பத்திறன் (thermal efficiency), தடை வெப்பத்திறன் (brake thermal efficiency), தொகு பயன் திறன் (overall efficiency), கொள்ளளவுத் திறன் (volumetric efficiency) என்பன.

பொதுவாகத் திறமை அல்லது திறனை

$$\frac{\text{வெளியீட்டு ஆற்றல்}}{\text{உள்ளீட்டு ஆற்றல்}}$$ என்றும் விகிதப்படுத்தலாம்.

- சொ.மனோகரன்

திறன்

பொதுவாக, அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பவியலில் திறன் (power) என்பது காலத்தைப் பொறுத்து வேலை செய்யப்படும் வீதத்தைக் குறிக்கிறது. அதாவது, t கால அளவில் w அளவு வேலை செய்யப்படுமாயின் வெளிப்படும் திறன் $p = \frac{w}{t}$ ஆகும். எனவே, திறனைப் பற்றிய அளவீட்டில் செய்யப்படும் வேலையின் அளவை மட்டுமன்றிக் காலத்தையும் அளவிட வேண்டும். உயர்நிலை நீர்த்தொட்டி ஒன்றை ஓர் எக்கி (pump) ஒரு மணி நேரத்திலும், இரண்டாம் எக்கி இரண்டு மணி நேரத்திலும் நிரப்புவதாகக் கொள்ளலாம். இவ்விரண்டு எக்கிகளும் செய்யும் வேலையின் அளவு ஒரே அளவாக இருப்பினும் முதல் எக்கி இரண்டாம் எக்கியைப் போல் இரு மடங்கு திறன் கொண்டுள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. அவ்வாறே, அணுக்கரு ஆற்றலைக் கருதினால் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு யுரேனியத்திலிருந்து தோன்றும் ஆற்றல் ஒரே அளவாயிருப்பினும் அணுகுண்டில் அவ்வாற்றல் முழுதும் கணநேரத்தில் வெளிப்படுகிறது. அணு உலையிலோ அது நீண்டகால அளவில் வெளிப்படுமாறு செய்யப்படுகிறது. எனவேதான் அணுகுண்டு திறன்மிக்கதாய் அமைகிறது. திறனுக்கான அலகு வாட் ஆகும். ஒரு நொடி கால அளவில் ஒரு ஜுல் ஆற்றல் வெளிப்படுமாயின் ஒரு வாட் திறன் வெளிப்படுவதாகக் கருதப்படுகிறது.

விசையொன்றின் செயற்பாட்டால் பொருள் ஒன்று இயங்குமாயின் அவ்விசையால் வேலை செய்யப்படுகிறது எனலாம். அவ்விசை, அப்பொருள்களுக்கு அளிக்கும் திசைவேகத்திற்கு ஏற்ப அதன் திறன் அமைந்துள்ளது. அவ்விசையின் அளவு, பொருளுக்கு அது அளிக்கும் திசைவேகம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலன் அதன் திறனை அளிக்கிறது. விசையின் செயற்பாட்டால் பொருள் சுழற்சியியக்கம் பெறுமாயின், விசையின் திருப்புத்திறன், கோணத் திசைவேகம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலன் திறனை அளிக்கிறது.

மின்சாரவியலில் ஓர் அமைப்பின் மின்திறன் அதில் அமையும் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. நேர்திசை மின்னோட்டச்சுற்று ஒன்றில் மின்திறன், மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலனால் அளவிடப்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றிலோ மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும் அளவில் தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டே இருக்குமாதலால் அப்பெருக்கற்பலன் கணநேர மின்திறனையே குறிக்கிறது. மின்விளக்குகளில் குறிக்கப்பெற்றிருக்கும் வாட் அளவு ஒரு நொடி நேரம் அவ்விளக்கு எரியும்போது செலவழியும் மின்னாற்றலின் அளவைக் குறிக்கிறது.

மின் சுற்றில் மின்நிலைமமோ (inductance), மின் தேக்கியோ (capacitance) இடம்பெறுமாயின் மின்னழுத்தமும், மின்னோட்டமும் ஒரே கட்டத்தில் அமையாமல் கட்ட வேறுபாடு ஒன்றையும் கொண்டிருக்கும். அத்தகைய சுற்றுகளில் மின்னழுத்தத்துடன் அதே கட்டத்திலமைந்த மின்னோட்டக்கூறு மட்டுமே மின்திறனுக்குக் காரணமாகிறது. அதாவது , மின்சுற்று ஒன்றில் E வோல்ட் மின்னழுத்தமும் I ஆம்பியர் மின்னோட்டமும் ϕ கட்டவேறுபாட்டுடன் அமைந்திருப்பின் அதில் மின்திறன் $EI\cos\phi$ ஆகும். இங்கு $\cos\phi$ என்பது சுற்றின் திறன் எண் (power factor) எனப்படுகிறது. ஒரு சுற்றின் திறன் எண் மிகும்போது பயனுறு முறையில் பங்கு பெறும் திறனும் மிகுதியாகிறது. குழாய் விளக்குகளில் பயன்படுத்தப்படும் சில மின் அடைகளில் (choke) இந்த அளவு குறிக்கப்பட்டுள்ளமையைக் காணலாம்.

இயக்கவியலில் (mechanics) பணித்திறன் வேறு விதமாகக் கொள்ளப்படுகிறது. எ-டு: F அளவு விசை, W அளவு பணியினை ஒரு பொருளில் நடத்துவதாகக் கருதலாம். அப்பொருள் 'X' எனும் தொலைவினை 't' எனும் நேரத்தில் கடப்பதாக அல்லது அதற்கு ஒப்பாகக் கொண்டால்

$$F = \frac{dW}{dX}$$

இதில் W அளவு, பணி நேரம் (t), இடப்பெயர்ச்சி (x) ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. எனவே,

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dX} \times \frac{dX}{dt}$$

இதில் $\frac{dW}{dX} = F =$ விசை

$\frac{dX}{dt} = V =$ திசைவேகம்

எனவே P = FV ஆகிறது. எனவே திறன், விசை மற்றும் விசையின் திசை வேகம் இவற்றைச் சார்ந்திருக்கும்.

திறன் என்னும் கருத்து, ஆற்றல் பாய்வு நிகழும் ஓர் அமைப்புடைய கருவியின் செயற்பாட்டினை விளக்கப் பயன்படுகிறது. அத்தகைய கருவிகளை வடிவமைப்பதில் அவற்றால் செய்யப்பட வேண்டிய வேலையின் அளவை விட அவற்றின் திறன் இன்றியமையாமை பெறுகிறது. எந்தவோர் அமைப்பும் குறைந்த திறனுடன் நீண்ட நேரம் செயற்படுவதன் மூலம் மிக அதிக வேலையைச் செய்யமுடியும். ஆயினும் குறுகிய காலத்தில் அதிக அளவு வேலை செய்யப்பட வேண்டுமாயின், திறன்மிகு கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன. அத்தகைய மிகுதிறன் கருவிகள் பொதுவாக அளவில் பெரியவையாகவும் சிக்கல் நிறைந்தவையாகவும் விலையுயர்ந்தவையாகவும் அமைகின்றன. காட்டாக, சுமை தூக்கும் எந்திரம் ஒன்று சுமையை விரைந்து தூக்க வேண்டுமாயின் அதில் பயன்படும் மின்னோடி அளவில் பெரியதாகவும் திறன்மிக்கதாகவும் அமைய வேண்டும். அவ்வாறே அதிக மின்திறனைக் கையாள வேண்டிய மின்தடை அளவில் பெரியதாக அமைவதையும் காணலாம்.

மின் திறன். மின்னியலில், ஒரு வாட் என்பது ஒரு வோல்ட் (volt) மின் அழுத்த வேறுபாட்டிற்கு இடையே ஒரு நொடிக்குள் ஒரு கூலூம் (Coulomb) மின்னோட்டம் பாயும் திறன் ஆகும்.

$$\text{வாட்} = \frac{\text{வோல்ட் x கூலூம்}}{\text{நொடி}}$$

இதில் ஒரு நொடிக்குள் ஒரு கூலூம் மின்னோட்டம் பாய்வதனை ஓர் ஆம்பியர் (ampere) மின்னோட்டம் எனலாம். எனவே வாட் = வோல்ட் x ஆம்பியர்

அன்றியும், திறன் x காலஅளவு = ஆற்றல்

இந்தக் கணக்கின் அடிப்படையில்தான் வீடுகளில் செலவழிக்கும் மின்னாற்றலைக் கணக்கிடுவர்.

100 வாட் மின்குமிழ் விளக்கு (bulb) 10 மணி நேரம் எரிந்தால் 100 x 10 = 1000 வாட் மணி அளவு மின்னாற்றல் செலவாகிறது என்று பொருள். இதனை ஒரு கிலோ வாட்-மணி (kilowatt hour) என்பர். இதுவே மின்வாரியத்தினர் அளவிடும் ஓரலகு (unit) ஆகும்.

பணித் திறன். ஒரு நியூட்டன் விசையின் உதவியினால் ஒரு பொருளைத் தொலைவிற்கு இடம்பெயரச் செய்தால் ஒரு நியூட்டன்-மீட்டர் வேலை நடந்ததாகக் குறிப்பர். இந்த அளவினை ஒரு ஜூல் (joule)எனவும் வழங்குவதுண்டு.

$$\text{வாட்} = \frac{\text{நியூட்டன் x மீட்டர்}}{\text{நொடி}}$$

$$= \frac{\text{ஜூல்}}{\text{நொடி}}$$

வெப்பத் திறன். ஒரு கிராம் நீரை 14.5ºC-15.5º C அளவு வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கத் தேவைப்படும் வெப்ப அளவினைக் கலோரி (calorie) என்பர்.

ஒரு கலோரி என்பது 4.186 ஜூல் அளவுக்குச் சமம். இதனால்

$$\text{வாட்} = \frac{\text{ஜூல்}}{\text{நொடி}}$$

$$= \frac{\text{கலோரி}}{\text{4.186x நொடி}}$$

எந்திரத் திறன். பழங்காலத்தில் பொறிகளின் வலிமையை அளப்பதற்காக அறிமுகமான அலகு குதிரைத் திறன் (horse power) ஆகும். குதிரைத் திறன் = 746 வாட்.

746 கி.கி. எடையை (weight) ஒரு நொடிக்குள் 10.செ.மீ. தொலைவிற்கு இழுத்துச் செல்லும் திறனே ஒரு குதிரைத் திறன்.

$$\text{குதிரைத் திறன்} = \frac{\text{746 கி.கி. எடை x 100 செ.மீ}}{\text{நொடி}}$$

இதில் 1. கி.கி. நிறையின் (mass) மேல் நொடிக்கு 1 மீ/நொடி வீதத்தில் வேகவளர்ச்சி ஊட்டும் விசை அளவே ஒரு நியூட்டன் ஆகும்.

$$\text{1 கி.கி. எடை} = \text{1 கி.கி. நிறை} \times \frac{\text{9.8 மீ.}}{\text{நொடி}^2}$$

எனில் 1.கி.கி. எடை = 9.8 நியூட்டன் விசை

= 10 நியூட்டன் விசை (தோரயமாக)

$$\text{அதனால் குதிரைத் திறன்} = \frac{\text{7460 நியூட்டன் X 0.1 மீட்டர்}}{\text{நொடி}}$$

$$= \frac{\text{746 ஜூல்}}{\text{நொடி}}$$

= 746 வாட்

அழுத்தத் திறன். ஒரு பொறியினுள் ஏதேனும் ஒரு வளிமத்தினைச் செலுத்தி அதன் உள் அழுத்தம் மாறாதபடிப்

பருமனை அதிகரிக்கச் செய்யும்போது அழுத்த வேலை(pressure work) நிகழ்கிறது. இதன் திறனை அழுத்தத் திறன் எனலாம். எ-டு: ஒரு பாஸ்கல் (pascal) அளவு அழுத்தத்தினால் 1000 லி. பருமன் அளவு விரிவாக்கம் ஒரு நொடிக்குள் நடைபெறுவதாகக் கொண்டால் இங்கு ஒரு வாட் அளவில் அழுத்தத்திறன் வெளிப்பட்டது எனலாம்.

ஒரு நியூட்டன் விசை 1 ச. மீட்டரில் ஊட்டும் அழுத்த அளவு ஒரு பாஸ்கல் ஆகும்.

$$\text{வாட்} = \frac{\text{பாஸ்கல்} \times 1000 \text{ லி.}}{\text{நொடி}}$$

$$= \frac{\text{நியூட்டன்} \times 1000 \times 1000 \text{ க.செ.மீ.}}{\text{மீ}^2 \text{ நொடி}}$$

$$= \frac{\text{நியூட்டன்} \times \text{மீ}^3}{\text{மீ}^2 \text{ நொடி}}$$

$$= \frac{\text{நியூட்டன்} \times \text{மீ}}{\text{நொடி}}$$

-கே.ஆர்.கோவிந்தன்
-ரா.நாகராஜன்

திறன் ஊட்டிய கார்பன்

கார்பன் தனிமம் பல்வேறு, உருவமைப்பு வகைகளைக் கொண்டிருக்கிறது. தாவரப் பொருள்களையும் விலங்குப் பகுதிகளையும் காற்றுப்படாமல் சூடாக்கிக் கருக்குவதால் கார்பன் கிடைக்கிறது. இது பொதுப் பெயரான கரி என்றே குறிப்பிடப்படுகிறது. செயற்படும் முறையால் சாதாரண நிலையிலான கார்பனைவிட மிகு திறன் கொண்ட கார்பனைத் தயாரிக்க முடியும். இத்தகைய திறன் ஊட்டிய கார்பன் என்பது துகள் வடிவிலோ, குளிகை வடிவிலோ பெறப்படலாம். திறன் ஊட்டிய கார்பன் எண்ணற்ற துளைகளுடன் அமைந்திருக்கும். எனவே அதன் புறப்பரப்பு மிகுந்திருக்கும். வளிமங்கள், நீர்மக் கரைசலில் அமைந்துள்ள கரை பொருள்களை ஈர்த்து நுண்துகள்களைப் பரப்பில் சேகரித்துக் கொள்ளும் திறனை இக்கார்பன் பெற்றிருக்கிறது. இவ்வாறு ஈர்த்துச் சேகரிக்கப்பட்ட வளிம அல்லது நீர்ம அல்லது திண்ம நிலைச் சேர்மங்களின் எடையைக் கணக்கிடும்போது அது கார்பனின் எடைக்குச் சமமாகவும் அமைவதுண்டு.

சேர்மங்கள் இவ்வாறு கார்பனின் புறப்பரப்பில் ஊன்றுகை நிலையில் ஈர்க்கப்படுவது அவற்றின் இயல்பைப் பொறுத்ததாகும். முனைவு கொண்டவற்றை விட முனைவிலா (nonpolar)மூலக்கூறுகளே மிகு அளவில் பரப்பு ஊன்றுகையில் (adsorption) பங்கு கொள்கின்றன. ஒரே வகையான மூலக்கூறுகளை ஒப்பிட்டால் கொதிநிலை மிகுதியான சேர்மங்களே இத்தகைய பரப்பு ஊன்றுகையில் பெரும் பங்கு கொள்ளும் இயல்பைப் பெற்றுள்ளன. உயர் அழுத்த நிலையிலும் தாழ் வெப்ப நிலையிலும் பரப்பு ஊன்றுகை நிகழ்ச்சி சிறப்பாக அமைகிறது. இந்தச் சூழ்நிலை மாறுபடுமானால், அதாவது தாழ் அழுத்த நிலையும் உயர் வெப்ப நிலையும் அமையுமானால், கார்பனின் புறப்பரப்பில் ஊன்றியிருந்த மூலக்கூறுகள் விடுபட்டு நீங்குகின்றன.

புறப்பரப்பில் சேர்மங்களை ஈர்த்து உறிஞ்சும் இயல்பு கொண்ட பொருள்கள் பல இருந்தாலும் திறன் ஊட்டிய கார்பன் அவற்றைவிடச் சிறப்பாகச் செயலாற்றுகிறது. பரப்பு ஊன்றுகைக்கான ஈர்ப்புத் திறன் மட்டுமன்றி நிலைப்புத் தன்மையிலும் கார்பன் சிறந்து விளங்குகிறது. திறன் ஊட்டிய கார்பனைத் தயாரிப்பதற்கான அடிப்படைப் பொருள்கள் எளியனவாகவும் மலிவாகவும் கிடைக்கக் கூடியனவே ஆகும். சாதாரணமாக பொருள் என்று ஒதுக்குவதினின்றும் திறன் ஊட்டிய கார்பனைத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம்.

எலும்புகளையும் பிற விலங்குப் பகுதிகளையும் சூடாக்கிக் கருக்குவதனால் கிடைக்கப்பெறும் விலங்குக் கரியில் (animal charcoal) 10% கார்பனும் 90% கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் போன்ற கனிமச் சேர்மங்களும் அடங்கியுள்ளன.

மரக்கட்டைகளை அடுக்கி, காற்றுப் புகாதவாறு சூளையிட்டுத் தாவரக்கரி (wood charcoal) தயாரிக்கப்படுகிறது. கரிய நிறத்தில் நுண்துளை மிகுந்த திண்மமான இதன் ஒப்படர்த்தி 1.5. தேங்காய் ஓடுகளைக் கொண்டும் இவ்வகைக் கரியைத் தயாரிக்கலாம்.

விலங்குக் கரியும் தாவரக்கரியும் திறன் ஊட்டிய கார்பன் வகையின. தயாரிக்க உதவும் அடிப்படைப் பொருள்களைச் சார்ந்து நுண்துளையின் அளவுகள் அமைகின்றன. பெரிய அளவு துளைகளுக்குள்ள கார்பன் நீர்மச் சேர்மங்களில் மாசாக உள்ள நிறங்களை நீக்க உதவுகிறது. தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கப்படும், வேதிப் பொருள் எண்ணெய், கொழுப்பு ஆகியவற்றின் நிறங்களுக்குக் காரணமான நிறமிகளை நீக்கித் தூய்மைப்படுத்தத் திறன் ஊட்டிய கார்பன் பயன்படுகிறது. குடிநீர், சுவை நீர் பானங்கள், ஆய்த்த நிலையிலான உணவுப் பண்டங்கள் (tinned foods) ஆகியவற்றின் மணம், சுவை, நிறம் ஆகியவற்றைச் சீராக்கத்

திறன் ஊட்டிய கார்பனின் பெருந்துளை வகை மிகவும் பொருத்தமாகும்.

கடினமான நுண்துள் அமைந்த மற்றொரு வகைத் திறன் ஊட்டிய கார்பன் வளிமங்களைத் திறம்பட ஈர்க்கிறது. வளிமக் கலவையிலிருந்து வளிமங்களைத் தனித் தனியே பிரிக்க இவ்வகை உதவும். எடுத்துக்காட்டாகத் தேங்காய் ஓட்டுக் கார்பனைப் பயன்படுத்தி, காற்றில் மிக மிகக் குறைந்த அளவே உள்ள மந்த வளிமங்களை நீர்ம நிலைக் காற்றின் குளிர் நிலையில் பிரித்தெடுக்கின்றனர்.

போர்க்காலங்களிலும் கலவரங்களின்போதும் நச்சு வளிமங்கள் இடம்பெறுகின்றன. இவை விளைவிக்கும் தீங்குகளிலிருந்து விலகிப் பாதுகாப்பு பெற உரிய முகமூடிக் கவசங்கள் அணியப்படும். இந்த முகமூடிகளில் திறன் ஊட்டிய கார்பன் படலமாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நச்சு வளிமங்கள் சுவாசிக்கப்படும்போது அவை கார்பன் படலத்தால் உறிஞ்சப்படுவதால் நுண்துளைகளில் படிகின்றன. இதனால் கெடு விளைவு தவிர்க்கப்படுகிறது. மூலக்கூறு எடை குறைவான கார்பன் மோனாக்சைடு, நிலக்கரி வளிமம் போன்றவற்றை இந்தத் திறன் ஊட்டிய கார்பன் மிகுதியாக உறிஞ்சுவதில்லை. குளிர் பதன எந்திரங்களிலும் (air conditioning) இந்தக் கார்பன் பயன்படுகிறது. சர்க்கரைத் தொழிற்சாலையில் பழுப்பு நிறத்தில் கிடைக்கும் சர்க்கரையின் நிறத்தை நீக்கி மேம்படுத்துதலுக்காக விலங்குக் கரியைப் பயன்படுத்துகின்றனர். திறன் ஊட்டிய கார்பனின் புறப்பரப்பில் வளிமங்களை ஈர்த்து, பின்னர் மீண்டும் அவற்றை விடுவிக்கும் வழி முறையால் படிப்படியாகத் தாழ் குளிர் நிலை உருவாகிறது. எனவே மிகு குளிர் நிலையை உருவாக்கத் திறன் ஊட்டிய கார்பன் பயன்படுகிறது.

- ருத்ர. துளசிதாஸ்

திறன்கூறு

ஒரு மாறு திசை மின்னோட்டச் சுற்றில் சராசரி செயற்படு திறனுக்கும் தோற்றத்திறனுக்கும் உள்ள விகிதம் திறன்கூறு (power factor) எனப்படும். வரையறையின்படி,

$$\text{திறன்கூறு } (\rho_f) = \frac{\text{வாட்டின் சராசரி திறன்}}{\text{rmsவோல்ட்} \times \text{rms ஆம்பியர்}}$$

இங்கு rms என்பது சராசரி இருமடியின் வர்க்கமூலம் (root mean square) ஆகும்.

வாட் அளவி சராசரி இருமடியின் திறனைக் காட்டுகிறது. மின்னியக்க அளவியின் (electrodynamometer) உதவியால் rms மின்னழுத்தம், மின்னோட்டங்களை அளவிடலாம். ஒரு நிலையான - நிலை மாறுதிசை மின்னோட்டச்சுற்று சைன் வளைவு வடிவு (sinusoidal) மின்னழுத்தம், மின்னோட்டத்தைக் கொண்டிருக்கும் போது, திறன்கூறு $\rho_f = \cos\theta$; இங்கு θ என்பது மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் இவற்றின் கட்டங்களுக்கு (phase) இடைப்பட்ட கோணமாகும். ஒரே அதிர்வெண்களைக் கொண்ட சைன் அலைகளுக்கு இவ்வரையறை பொருந்தாது.

- பெ. துரைசாமி

திறன்கூறு அளவிகள்

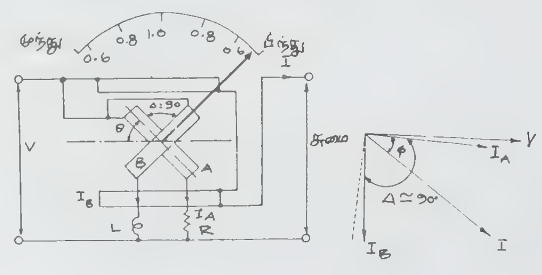
ஒரு மாறு திசை மின்னோட்டச் சுற்றில், மின்னோட்டம் I, மின்னழுத்தம் V- ஐ φ என்னும் ஏதோ ஒரு கோணத்தில் முந்தவோ (lead) பிந்தவோ (leg) செய்யும். சராசரி ஆற்றல் $V_{\text{பெருமம்}} \cos wt \;\; I_{\text{பெருமம்}} \cos(wt \pm \phi)$ அல்லது $P = I\cos\phi \; \frac{P}{VI}$ என்பதாகும். cosϕ = என்னும் கூற்று, சுமையின் திறன் கூறு (power factor) எனப்படும். இத்திறன் கூற்றை, திறன் கூறு அளவிகள் (power factor meter) கொண்டு அளக்கலாம்.

ஒரு மாறு திசை மின்னோட்டச் சுற்றில், மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம், ஆற்றல் ஆகியவற்றை அளந்து அதன் மூலம் திறன் கூறு $\cos\phi = \frac{P}{VI}$ - ஐக் கணக்கிடலாம். இவ்வாறு கணக்கிடப்படும் திறன் கூறு துல்லியமாக இராது. திறன் கூறு அளவிகளைக் கொண்டு, அவை இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்றின் திறன் கூற்றை ஒரே காட்சிப் பதிவில் (reading) அளக்கலாம். வாட் அளவி போன்ற திறன் கூறு அளவியில் ஒரு மின்னோட்டச் சுற்றும் ஒரு மின்னழுத்தச் சுற்றும் காணப்படும். எந்தச் சுற்றின் திறன் கூற்றை அறிய வேண்டுமோ அச்சுற்றோடு மின்னழுத்தச் சுற்றை இணைக்க வேண்டும். பொதுவாக மின்னழுத்தச் சுற்றைத் தூண்டு (inductive) மற்றும் தூண்டமற்ற (non-inductive) இணை வழிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

திறன் கூறு அளவியில் ஏற்படும் விலக்கத்தைக் குறிமுள்(pointer) காட்டும். இக்கருவியில், கட்டுப்படுத்தும் விசைகள் இரா. எனவே, ஒரு திறன் கூறு அளவி ஒரு சுற்றிலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டால், குறிமுள், திறன் கூறு அளவி துண்டிக்கப்பட்டபோது இருந்த நிலையிலேயே இருக்கும்.

ஒற்றைத் தறுவாய் மின்னியக்கத் திறன் கூறு அளவி

கட்டமைப்பு. இதில் ஒரு நிலையான மின்னோட்டச் சுருள் இருக்கும். இச்சுருள் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும் ஆய்வுச் சுற்றின் மின்னோட்டமும் இதன் வழியே பாயும். எனவே, இச்சுருளால் உண்டாக்கப்படும் காந்தப்புலம், முதன்மை மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்றாற்போல் மாறும். சமமான (identical) A,B என்னும் அழுத்தச் சுருள்கள் நகரும் அமைப்பைக் கொண்ட சுழல் அச்சு மையத்தின் மேல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மின்னழுத்தச் சுருள் Aஉடன் ஒரு தூண்டமற்ற மின்தடை R-உம் மின்னழுத்தச் சுருள் Bஉடன் மிகு தூண்ட அடைசுருள் L உம் தொடராக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சுற்றின் மின்னழுத்தத்திற்கிடையில் சுருள்களும் அமையும். பொதுவான அதிர்வெண்ணில், அதாவது R=wLஇல் இரு சுருள்களிலுமுள்ள மின்னோட்டங்கள் சமமாக இருக்குமாறு R,L ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் சரி செய்யப்படும். சுருள் A இன் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம், சுற்றின் மின்னழுத்தத்தோடு ஒத்திருக்கும். அது போலவே சுருள் B இன் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் மின்னழுத்தத்தை 90க்குச் சமமான Δ என்னும் கோண அளவில் பிந்தும். சுருள்களின் தளங்களுக்கிடையே உள்ள கோணம் Δவிற்குச் சமமாக்கப்படும். மெல்லிய வெள்ளி அல்லது மிகு வளையுந்தன்மைக் கொண்ட தங்க இழைகளின் மூலம் நகரும் சுருள்களுக்கு இணைப்புகள் கொடுக்கப்படும். இவ்விணைப்புகள் நகரும் அமைப்பிற்குச் சிறு கட்டுப்பாட்டு விளைவைக் கொடுக்கும். (காண்க : படம்.1)



படம் 1. ஒற்றைத் தறுவாய் இயங்கு திறன் கூறு அளவி

கோட்பாடு. இங்கு மின்னோட்டச் சுருள், மின்னழுத்தச் சுருளைச் சரியாக 90°-இல் பிந்துவதாகக் கொள்ளலாம். சுருள்களின் தளங்களுக்கிடையே உள்ள கோணமும் சரியாக 90° எனலாம். இப்போது சுருள் A, சுருள் B ஆகியவற்றில் இரு விலகு திருக்கங்கள் இயங்கும். இரு சுருள்களினால் உண்டாகும் இத்திருக்கங்கள் வெவ்வேறு திசைகளிலிருக்குமாறு சுருள் சுருணைகள் (coil winding) அமைக்கப்படும். எனவே இவ்விரு திருக்கங்களும் சமமாக இருக்கும்போது குறிமுள் ஒரு நிலையை அடையும்.

$\cos\phi$	–	இன் பிந்தும் திறன் கூற்றைக் கொள்ளலாம்.
		சுருள் Aஇல் செயல்படும் விலகு திருக்கம் (deflecting torque):
T_A	-	$KVM_{பெருமம்}\cos\theta\sin\theta$
இங்கு θ	-	நோக்கீட்டுத் தளத்திலிருந்து கோண விலகல்
$M_{பெருமம்}$	-	இரு சுருள்களுக்கிடையே உள்ள பரிமாற்றத் தூண்டலின் உய்ய மதிப்பு
K	-	மாறிலி
V	-	மின்னழுத்தம்
I	-	மின்னோட்டம்

இத்திருக்கம் வலஞ்சுழியாக இயங்கும் எனலாம்.

சுருள் B இல் செயல்படும் விலகு திருக்கம்:

$$T_B = KVIM_{பெருமம்}\cos(90 - \theta)\sin(90 + \theta)$$

$$= KVIM_{பெருமம்}\sin\theta\cos\theta$$

இத்திருக்கம் இடஞ்சுழியாக இயங்கும் எனலாம்.

சுருள்களின் கட்டமைப்புகள் ஒன்றாக உள்ளமையால் $M_{பெருமம்}$ - ன் மதிப்பு மேற்கூறிய இரு கோவைகளிலும் சமமாக இருக்கும். இரு திருக்கங்களும் சமமாக இருக்குமாறு சுருள்கள் ஒரு நிலையிலிருக்கும். எனவே, சமநிலையில் $T_A = T_B$

எனவே $KVIM_{பெருமம்}\cos\theta\sin\theta = KVIM\sin\theta\cos\theta_{பெருமம்}$ அல்லது $\theta = \phi$

ஆகவே, கருவியின் விலக்கம் சுற்றின் தறுவாய்க் கோணத்தைக் கொடுக்கும். இக்கருவியின் அளவுகோல்

நேரடியாகத் திறன் கூற்றின் வாயிலாக அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்கும். இக்கருவி பயன்படும் சுற்றின் உட்தருகை (supply) அலைவெண்ணில் அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்கும் பிறிதோர் அதிர்வெண்ணில் இக்கருவி பயன்பட்டாலோ உட்தருகையில் கிளையலைகள் இருந்தாலோ, இக்கருவி சுட்டும் பதிவளவுகளில் பிழைகள் உண்டாகும்.

முத்தறுவாய் இயங்கு திறன் கூறு அளவி

கட்டமைப்பு. இந்த அளவி சமன்பட்ட சுமைகளுக்கு (balanced loads) மட்டுமே பயன்படும். இரு நகரும் சுருள்களுக்குமிடையே 120° கோண அளவு இருக்குமாறு அவை அமைக்கப்படும். உட்தருகைச் சுற்றின் 2 வெவ்வேறு தறுவாய்களுக்கிடையே அவை இணைக்கப்படும். இரு நகரும் சுருள்களின் மின்னோட்டங்கள் I_A, I_B ஆகியவற்றிற்கிடையே தேவையான தறுவாய் இடப்பெயர்ச்சியை உட்தருகையிலிருந்தே பெற்றுக் கொள்ளலாம். எனவே, தறுவாய்ப் பிரிப்பை உண்டாக்கப் பிற முயற்சிகள் தேவையில்லை.

படம் 2. முத்தறுவாய் மின்னியக்கத் திறன்கூறு அளவி

கோட்பாடு. சுருள் Aக்குச் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் V_{12} எனலாம். அதன் சுற்று தடையைக் (resistance) கொண்டு உள்ளமையால், மின்னோட்டம் I_A, V_{12} என்பதுடன் ஒத்திருக்கும். சுருள் Bக்குச் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தம் V_{13} எனலாம். அதன் சுற்று தடையைக் கொண்டு உள்ளமையால் மின்னோட்டம் I_B, V_{13} என்பதுடன் ஒத்திருக்கும்.

ϕ - சுற்றின் தறுவாய்க் கோணம்

φ - நோக்கீட்டுத் தளத்திலிருந்து கிடைக்கும் கோண விலக்கம் எனலாம்.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V$$

சுருள் A இல் செயல்படும் திருக்கம்:

$$T_A = KV_{12}IM_{\text{பெருமம்}}\cos(30+\theta)\sin(60+\theta)$$

$$= KVIM \text{ பெருமம் } \cos(30+\phi)\sin(60+\phi)$$

சுருள் Bஇல் செயல்படும் திருக்கம்:

$$T_B = KV_{13}IM_{\text{பெருமம்}}\cos(30+\phi)\sin(120+\varphi)$$

$$= \sqrt{3}\ KVIM_{\text{பெருமம்}}\cos(30-\phi)\sin(120+\varphi)$$

T_A மற்றும் T_B ஆகிய திருக்கங்கள் எதிர்த்திசைகளில் செயல்படும். $T_A = T_B$ எனும்போது நகரும் அமைப்பு ஒரு நிலையை அடையும்.

$$\therefore \cos(30^\circ+\phi)\sin(60^\circ+\phi) = \cos(30^\circ-\phi)\sin(120^\circ+\varphi)$$

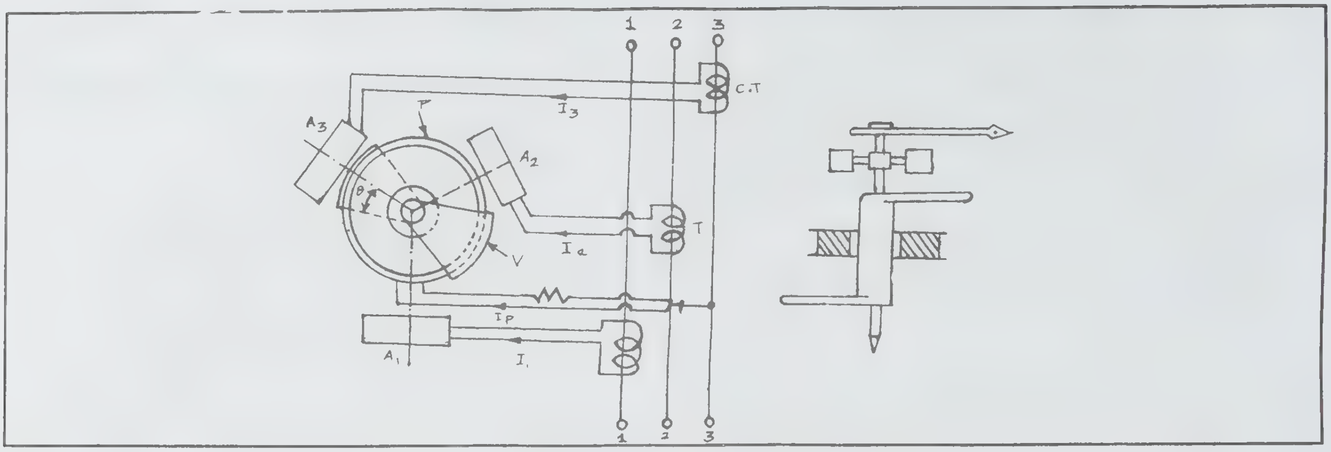
மேற்காணும் சமன்பாட்டைத் தீர்ப்பதன் மூலம், $\theta = \phi$ எனக் கிடைக்கும்.

எனவே, நோக்கீட்டுத் தளத்திலிருந்து குறிமுள்ளின் கோண விலக்கம், அளவி இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்றின் தறுவாய்க் கோணத்திற்குச் சமமாகும். அலைவடிவம், உட்தருகையின் அலைவெண் ஆகியவற்றைச் சார்ந்திராத குறிகளை முத்தறுவாய்த் திறன் கூறு அளவி கொடுக்கும்.

சுழலும் புலத் திறன் கூறு அளவி. இயங்கிரும்புத்திறன் கூறு அளவு இயங்கிரும்புத்திறன் கூறு அளவி சுழலும் புலத்திறன் கூறு அளவி (Rotating field power factor meter), மாறும் புலத் திறன் கூறு அளவி (Alternating field meter) என இருவகைப்படும்.

இதன் இன்றியமையாக் கூறுகள் படம் 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

A_1, A_2, A_3 ஆகியவை நிலையான சுருள்கள். அதன் அச்சுகள் 120^0 கோணத்தில் விலகியிருக்கும். கருவியின் மையக் கோட்டில் இவை வெட்டும். முத்தறுவாய் உட்தருகையின் 1, 2, 3 ஆகிய தொடர்களில் (lines) முறையே மேற்கூறிய நிலையான சுருள்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



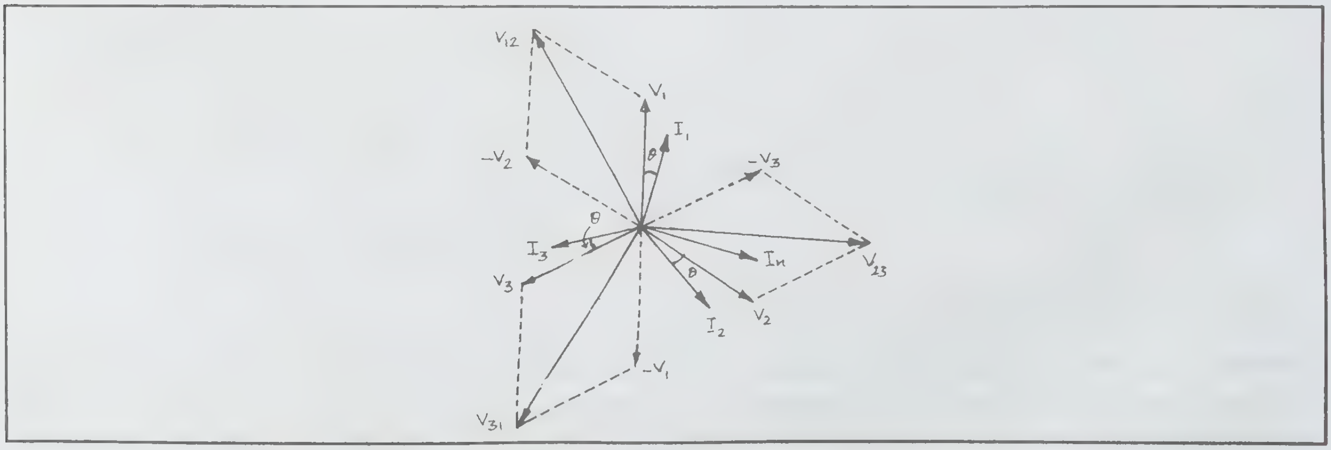
படம் 3. சுழலும் புலத் திறன் கூறு அளவி

பொதுவாக இவ்விணைப்பிற்கு மின்னோட்ட மாற்றிகள் (current transformers) பயன்படும். ஏதேனும் தொடர்களுக்கிடையே ஓர் உயர் மின்தடையுடன் P என்னும் நிலையான சுருள் தொடரில் இணைக்கப்படும். சுருள் P யினுள் C எனும் இரும்பு உருளை ஒன்று இருக்கும். வட்ட கோணப் பகுதியின் வடிவத்தைக் கொண்ட இரண்டு V, V′ என்னும் இரும்பு இதழ்கள் இவ்வுருளையுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இரண்டு இதழ்களும் 180^0 கோண இடைவெளியில் இருக்கும் சுழல் அச்சில் ஒடுக்க இதழ்களும் குறிமுள்ளும் காணப்படும். இதில் கட்டுப்பாட்டு வில்கள் (springs) இல்லை.

கோட்பாடு. சுருள் P இரும்பமைப்பு இரண்டும் ஒரு மாறு திசைப் பெருக்கத்தை (flux) உண்டாக்கும். இப்பெருக்கம் சுருள்கள் A_1, A_2, A_3 ஆகியவை உண்டாக்கும் பெருக்கங்களுடன் இணைந்து செயல்படும். எனவே இயங்கு அமைப்பு தறுவாய்க் கோணம் அறுதியிடும் கோண நிலையை அடையும்.

உருளை Cஉம் இதழ்கள் V,V, ஆகியவையும் சுருள் Pயிலுள்ள மின்னோட்டம் I_p ஆல் காந்தமாக்கப்படும். மின்னோட்டம் I_p அமைப்பின் தொடர் மின்னழுத்தத்தோடு தறுவாய் ஒன்றிய நிலையில் இருப்பதோடு மட்டுமன்றி அதற்கேற்றாற் போல் மாறும். காந்தத் தயக்கம் (hysteresis), சுழி மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் விளைவை நீக்கினால் இரும்பு உருளை C,இதழ்கள், சுருள் P ஆகியவை மின்காந்தவியலாக ஒரு செவ்வக நகரும் சுருளுக்குச் சமமாகும். A_1, A_2, A_3 சுருள்களுக்கு இடையே பொருத்தப்பட்ட இச்செவ்வக நகரும் சுருளின் மையக்கோடு இரும்பு இதழ்களின் அச்சோடு ஒன்றியிருக்கும்.

சுழலும் புலத் திறன் கூறு அளவியின் நிலை வரைபடத்தில் (phasor diagram) A_1, A_2, A_3 ஆகிய சுருள்களிலுள்ள மின்னோட்டங்களினால், நகரும் அமைப்பில் செயல்படும் திருக்கம் T_d ஐப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.



படம் 4. சுழலும் புலத் திறன் கூறு அளவியின் நிலை வரைபடம்

மொத்த விலகு திருக்கம்

$$T_d \propto I_1 I_p \cos(90^0 - \phi)\sin(90^0 + \theta) + I_2 I_p \cos(330^0 - \phi) \sin(210^0 + \theta) + I_3 I_p \cos(210^0 - \phi)\sin(330^0 + \theta)$$

நிலையான விலக்கத்திற்கு,மொத்த திருக்கம் சுழியாக இருக்க வேண்டும். அமைப்பு சமன்பட்டிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். அதாவது $I_1 = I_2 = I_3$ எனலாம்.

$$\text{Cos}\,(90^\circ - \phi)\,\text{Sin}\,(90^\circ + \theta) + \text{Cos}\,(330^\circ - \phi)$$

$$\text{Sin}\,(210^\circ - \phi)\,\text{Cos}\,(210^\circ - \phi) + \text{Sin}\,(330^\circ - \phi) = 0$$

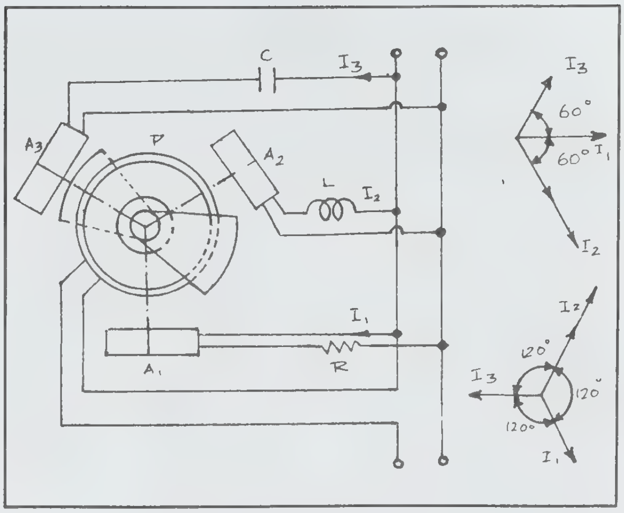
மேற்காணும் சமன்பாட்டைத் தீர்ப்பதன் மூலம் $\phi = \theta$. எனவே, நோக்கீட்டு அச்சிலிருந்து இரும்பு இதழின் விலக்கம், ஒவ்வொரு தொடர் மின்னோட்டம் அதனை ஒத்த (corres ponding) தறுவாய் மின்னழுத்தம் இவற்றிற்கு இடையே உள்ள தறுவாய்க் கோணத்தின் நேரடி அளவாகும்.

ஒற்றைத் தறுவாய்ச் சுழலும் புலத் திறன் கூறு அளவியைப் படம் 5இல் காணலாம். A_1, A_2, A_3 ஆகிய நிலையான சுருள்கள் 120^0 காற்று வெளியில் (space) இடப் பெயர்ச்சிச் செய்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். இச்சுருள்கள் மின்மறிப்பு (impedance) வாயிலாகத் தொடர்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். A_1 சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம் தொடர் மின்னழுத்தத்தோடு ஒத்திருக்குமாறும், A_2 சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம் 600ல் பிந்துமாறும், A_3 சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம் 60° இல் முந்துமாறும் இருக்கும். மூன்று சுருள்களும் 120° ஒன்றோடொன்று ஒன்றா நிலையில் இருக்குமாறு (Out of phase) A_1 சுருளின் இணைப்புகள் மாற்றப்படும்.

தொடர் மின்னோட்டம் சுருள் Pஐக் கிளர்வூட்டும் A_1, A_2, A_3 ஆகியவற்றைக் கொண்ட நிலையான சுருள் தொகுப்பு ஒவ்வொரு தறுவாயிலும் சமமான 120^0 கால இடைவெளியில் மின்னோட்டங்களை உடையன. இதனால் ஒரு சுழலும் புலம் உண்டாகும். எனவே, இவ்வமைப்பு சமன்பட்ட முத்தறுவாய் உட்தருகையைப் போலச் செயல்படும்.

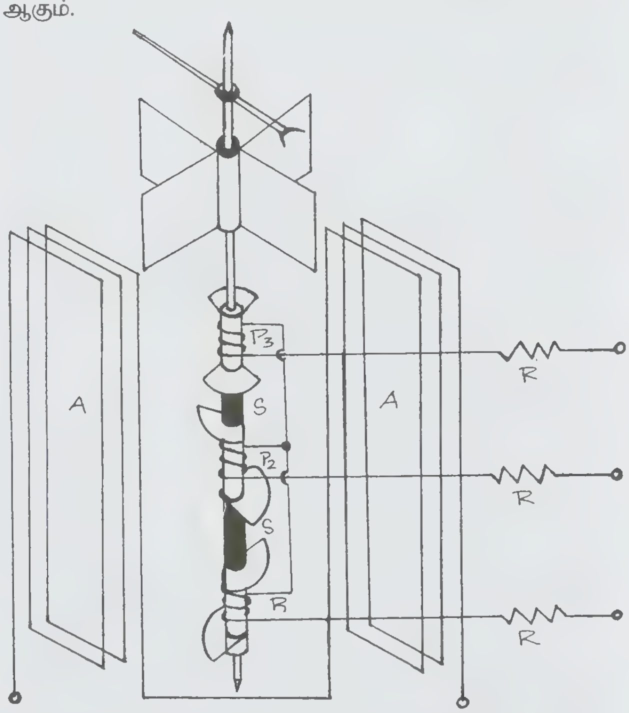
மாறும் புலத் திறன் கூறு அளவி. இந்த அளவியை நால்பேர் லிப்மன் வகைத் திறன் கூறு அளவி (Nalder lipman type power factor meter) என்றும் கூறுவர்.

கட்டமைப்பு. சமன் செய்யப்பட்ட மின்னோட்டங்களுக்கு பயன்படும் நால்டெர் லிப்மேன் வகைக் கருவியின் கட்டமைப்பு படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பில்



படம் 5. ஒற்றைத் தருவாய் திறன் கூறு அளவி

மூன்று இரட்டை இரும்பு இதழ்களும் உருளைகளும் ஒரு பொதுச் சுழல் தண்டுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இச்சுழல் தண்டு பொன்னாலான தாங்கிகளில் (jewel bearings) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மேலும், இச்சுழல் தண்டு ஒடுக்கும் இதழ்களையும் (damping vanes), ஒரு குறிமுள்ளையும் உடையது. இரும்பு இதழ்கள் 20° வட்டக் கோணப்பகுதிகள் ஆகும்.



படம் 6. மாறும் புலத் திறன் கூறு அளவி

ஒவ்வோர் இரட்டை இதழ்களும் 180° விலகி இருக்கும். காந்தமற்ற பொருளால் செய்யப்பட்ட S என்னும் சிறு துண்டுகள் (pieces) சுழல் தண்டில் உள்ள உருளைகளுக்கு இடையே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இம்மூன்று இரட்டைகளின் சமச்சீர் அச்சு ஒவ்வொன்றும் 120° இடம்பெயர்ந்திருக்கும்.

இரும்பு உருளைகள், இதழ்கள் ஆகியவை P_1, P_2, P_3 என்னும் மூன்று பொது மைய அச்சுடைய நிலையான (coaxial) அழுத்தச் சுருள்களால் காந்தமாகும். இந்த அழுத்தச் சுருள்கள் சுழல் அச்சுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். முத்தறுவாய் அமைப்பின் தறுவாய் மின்னழுத்தத்திற்கு விகிதாச்சாரமாக மாறும் மின்னோட்டங்கள் அழுத்தச் சுருள்களைக் கிளர்வூட்டும்.

மின்னோட்டச் சுருள் A, இரு சம பகுதிகளாகச் சுழல் அச்சின் எதிரெதிர்ப் பக்கங்களிலும் இணையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். முத்தறுவாயின் ஒரு தொடரிலுள்ள மின்னோட்டத்திற்கு விகிதாச்சாரமாக மாறும் மின்னோட்டத்தால் சுருள் A இயக்கப்படும். இங்குக் கட்டுப்படுத்தும் விசைகள் இரா.

கோட்பாடு. தொடர் மின்னோட்டத்தின் தறுவாய்க் கோணத்தால் நகரும் அமைப்பின் கோண நிலையைக் காணலாம் சுழலும் புல வகைக் கருவியில் மூன்று மின்னோட்டச சுருள்களும் ஒரு மின்னழுத்தச் சுருளும் காணப்படும். மாறாக, மாறும் புல வகைக் கருவியில் மூன்று மின்னழுத்தச் சுருள்களும் ஒரு மின்னோட்டச் சுருளும் காணப்படும். சுழலும் பல வகையில் வெளியிலும் காலவெளியிலும் 120° இடப் பெயர்ச்சி கொண்ட மூன்று தொடர் மின்னோட்டங்கள் உண்டாகும் மூன்று பெருக்கங்கள் தொடர் மின்னழுத்தத்தால் கிடைக்கும் பெருக்கத் தோடு ஆகியவை காணப்படும். பிறிதொரு வகையில் வெளியிலும் (space) காலவெளியிலும் (time) 120° இடப்பெயர்ச்சிக் கொண்ட தொடர் மின்னழுத்தங்கள் உண்டாக்கும் மூன்று பெருக்கங்கள் தொடர் மின்னோட்டத்தால் கிடைக்கும் பெருக்கம் ஆகியவை காணப்படும். எனவே, நகரும் அமைப்பின் கோண விலக்கம், தறுவாய்க் கோணம் ஆகியவற்றிடையே உள்ள தொடர்பு மேற்கூறிய இரண்டு வகைத்திறன் கூறு அளவிகளிலும் சமமாக இருக்கும்.

ஓர் இரட்டை இதழ்களினால் உண்டாகும் திருக்கத்தை ஏனைய இரண்டு இரட்டை இதழ்களினால் உண்டாகும் திருக்கங்களினால் சமப்படுத்துவதால் (neutralize), தொகுபயன் திருக்கம் (resultant torque) சுழியாக இருக்குமாறு நகரும் அமைப்பு விலக்கம் அடையும். இந்நிலையான நிலையில் இரும்பு இழப்புகள், இரும்பு இதழ்களின் விலக்கம், சுற்றின் தறுவாய்க் கோணத்திற்குச் சமமாகும். இதழ்களையும் உருளைகளையும் கொண்ட 3 சுருள்களும் 3 வெவ்வேறு தளங்களில் உள்ளமையால் காந்தப் புலமும் இந்த அளவில் சுழலும் புலமும் உண்டாகா. எனவே இந்த அளவியில் நகரும் அமைப்பு தொடர்ந்து சுழலாது.

இயங்கிரும்புத் திறன் கூறு அளவிகளின் நன்மைகள். இயங்களவி வகையோடு (dynamometer type) ஒப்பிடும்போது இந்த அளவிகளுக்குத் தேவைப்படும் செயல்படு விசைகள் (working forces) மிகுதியாகும். நகரும் இரும்புத் திறன் கூறு அளவிகளில் உள்ள சுருள்கள் அனைத்தும் உள்ளமையால் இழைகளைப் (ligments) பயன்படுத்த வேண்டியதில்லை அளவுகோல் 360° வரை இதில் அளவிடப்பட்டிருக்கும். இக்கருவிகள் எளிமையானவையாகவும் வலிவுள்ளவையாகவும் இருக்கின்றன..

தீமைகள். இரும்பாலான பகுதிகளினால் இக்கருவியில் இழப்புகள் உண்டாகும். எனவே, பிழைகள் தோன்றக்கூடும். இயங்களவியைவிட இவை குறைந்த நுணுக்கம் உடையவை.

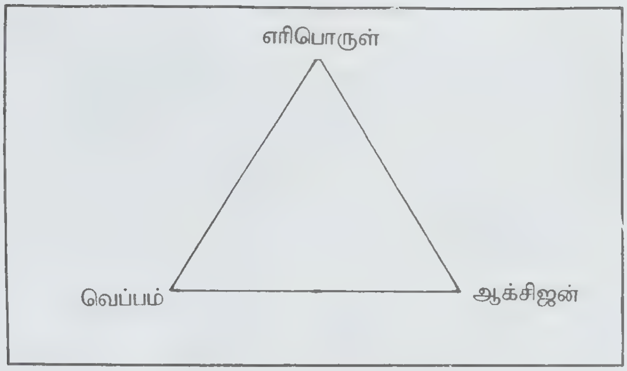
- இரா. இந்து

திறனியக்க அகழ் எந்திரம்

காண்க : அகழ்வார், எந்திரம், திறன்

தீ

ஆற்றலை ஒளி, வெப்பம் ஆகியவற்றின் வடிவில் வெளியிட்டுக் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் அணுக்களுக்கும் எரிபொருளிலுள்ள கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கும் இடையே தொடர்ந்து விரைவாக நடைபெறும் ஒரு வேதி வினையின் புற வடிவம் தீ (fire) எனப்படும். எரிதலினால் கிடைக்கும் எஞ்சிய பொருள்களைச் சாம்பல் (ash) என்றும், தீயின் ஒளி நாளங்களைத் தீச்சுடர் (flame) என்றும் வழங்கலாம். வினைப்படும் பொருள், வெப்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே தீச்சுடரின் நிறம் அமையும். தீ உண்டாக எரிபொருள், ஆக்சிஜன், வெப்பம் ஆகியவை தேவை. இதனைக் கீழ்க்காணும் முக்கோண வரைபடத்தின் மூலம் அறியலாம்.



படம் 1. தீ முக்கோணம்

பொதுவாக, சில எரியக்கூடிய பொருள்களுடன் ஆக்சிஜன் சேர்ந்து வினை புரிவதால் தீ உண்டாகிறது. எனினும் வேறு சில ஆக்சிஜனேற்றிகளுடன் (oxidizers) இணைவதாலும் தீப்பிடிக்கலாம். எ-டு: குளோரின் வளிமச் சூழலில் துத்தநாகம் எரிதல். இதில் எரிபொருள் இருக்கும் வரை தீ தொடர்ந்து எரியும். எனவேதான், தீயை ஆக்சிஜனேற்ற வேதி வினையின் வெளிப்பாடு எனக் குறிப்பிடுவர்.

தீ, கனற்சியின் (combustion) ஒரு வகையாகும். விரைவு கனற்சி (fast combustion), மெதுவான கனற்சி (slow combustion) எனக் கனற்சி வகைப்படுத்தப்படும். விரைவு கனற்சியில் வெப்பமும் ஒளியும் வெளிப்படும். எ-டு: தீ. மெதுவான கனற்சியில் வெப்பம் மட்டுமே வெளிவரும். எ-டு: இரும்பு ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து துருப்பிடித்தல். சில நேரங்களில் மெதுவான கனற்சி விரைவாகச் செயல்பட்டு விரைவு கனற்சியாக மாறும். இது தன்னகக் கனற்சி (spontaneous combustion) எனப்படும். காண்க: கனற்சி.

1700 ஆம் ஆண்டில் ஜார்ஜ் எர்ன்ஸ்ட் ஸ்டால் என்னும் ஜெர்மானிய வேதியியலார் ஃபுளோஜிஸ்டான் கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். கனற்சி அடையக்கூடிய பொருள்களில் ஃபுளோஜிஸ்டான் என்னும் கண்ணுக்குத் தெரியாத பொருள் ஒன்று இருப்பதாகக் கூறினார். மேலும் ஒரு பொருள் எரிந்தால் அதனுள் இருக்கும் ஃபுளோஜிஸ்டான் வெப்பத்தை உண்டாக்கித் தீச்சுடராக வெளியேறும் என்றார். பின் 1777 ஆம் ஆண்டு அண்டோய்ன் லவாய்சியர் என்னும் பிரெஞ்சு வேதியியலார் ஆக்சிஜன் பிற பொருள்களுடன் விரைவாக வேதி வினைபுரிவதால் எரிதல் நடைபெறுகிறது என்றார்.

தீயின் பழங்காலப் பயன்பாடு. குறைந்தது 200,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் சீனாவிலுள்ள பீகிங் என்னும் இடத்திற்கு அருகிலுள்ள குகைகளில் அடுப்புகளும், எரிந்த விலங்குகளின் எலும்புகளும் காணப்பட்டன. இதன் மூலம் அங்கு வாழ்ந்த மனிதன் தீயைப் பயன்படுத்தியமை புலனாகிறது. மேலும் 50,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் நியான்டெர்தால் குகைகளிலும் மனிதன் தீயைப் பயன்படுத்தியமைக்கான தடையங்கள் கிடைத்துள்ளன.

தீயின் வகைகள். எரிபொருளைக் கொண்டு தீயை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை A வகைத் தீ (class A fire), B வகைத் தீ (class B fire), C வகைத் தீ (class C fire), D வகைத் தீ (class D fire) என்பன. தவிர, தீயணைப்புத் துறையில் E வகைத் தீ (class E fire) என்று மேலுமொரு வகையும் உண்டு.

A வகைத் தீயின் எரிபொருள்கள் காகிதம், மரம், துணி போன்ற திண்மங்கள். B வகைத் தீயின் எரிபொருள்கள் எரியக்கூடிய மற்றும் கனற்சி அடையக்கூடிய நீர்மங்கள், மசகு எண்ணெய், மண்ணெண்ணெய், பெட்ரோல் போன்றவை. C வகைத் தீயின் எரிபொருள்கள் எளிதில் தீப்பற்றக்கூடிய சமையல் எரி வளிமம், உலோகப் பற்றவைப்புக்குரிய அசெட்டிலின் வளிமம் போன்றவை.

D வகைத் தீயின் எரிபொருள்கள் மக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம், டைட்டேனியம், சிர்கோனியம் போன்ற எரியக்கூடிய உலோகங்கள் ஆகும். மின்னோடிகள் (motors), இணைப்பு மாற்றிகள் அல்லது தொடர்பு மாற்றிகள் (switches), போன்ற மின் கருவிகளில் தீப்பொறியினால் ஏற்படும் தீ E வகைத் தீயாகும்.

தீயை உண்டாக்கத் தேவையானவை. இதற்கு ஆக்சிஜன், வெப்பம் ஆகியவை தேவை. காற்றில் ஐந்தில் ஒரு பகுதி ஆக்சிஜன் காணப்படுகிறது. எனவே சுற்றுப்புறக் காற்றிலிருந்து எரிவதற்குத் தேவையான ஆக்சிஜனைப் பெறலாம்.

எரிபொருள்கள் திண்ம எரிபொருள் (நிலக்கரி, மரம்), நீர்ம எரிபொருள் (எண்ணெய், எரிசாராயம், கேசோலின்), வளிம எரிபொருள் (இயற்கை வளிமம், ஹைட்ரஜன்) என மூவகைப்படும்.

ஒரு பொருளுக்குத் தீ மூட்ட அப்பொருள்களை அதன் தீப்பற்றும் வெப்பநிலை (kindling temperature or ignition point) வரை சூடேற்ற வேண்டும். ஒவ்வோர் எரிபொருளுக்கும் தீ மூட்டு வெப்பநிலை வெவ்வேறாக இருக்கும். உலர்ந்த மரம், கேசோலின், பாஸ்ஃபரஸ் போன்றவை வெவ்வேறு வெப்பநிலையிலுள்ள காற்றிலேயே எரியும். குறிப்பாக பாஸ்ஃபரஸ் இயல்பு வெப்ப நிலையிலேயே தீப்பற்றக்

கூடியதாகையால் அதனை நீரினுள் வைத்து எரியாமல் காக்கலாம். அதுபோல் சோடியம் காற்றிலும், நீரிலும் தீப்பற்றுமாகையால் மண்ணெண்ணெயில் வைத்து எரியாமல் காக்கலாம்.

தீ உண்டாக்கும் முறைகள். முற்காலத்தில் எரிமலை குமுறி வெடித்தால் வெளிவரும் உருகிய பாறைக் குழம்புடன் கூடிய தீச்சுடர்கள், மின்னல் தாக்குண்டு பட்டுபோன மரங்கள், பற்றி எரியும் காட்டுத் தீ, சூரியனின் கடும் வெப்பத்தால் காய்ந்த புல் புதர்கள், திடீரெனத் தீப்பிடித்து எரியும் நெருப்பு போன்ற அனல் வடிவங்களைக் கண்டு அஞ்சி வந்த மனிதன் நாளடைவில் தனக்குத் தேவையானபோது தானே தீயை உண்டாக்கவும் தொடங்கினான்.

மனிதன் முதன்முதலில் இரண்டு மரத்துண்டுகளைத் தேய்த்துத் தீ உண்டாக்கினான். அதன் பின்னர் குழியுடைய மரத்துண்டு ஒன்றில் கூர்முனையுடைய மரத்துண்டு ஒன்றை வைத்துக் கடைந்து தீ உண்டாக்கினான். இவ்வகை உராய்வினால் வெப்பம் உண்டாகிப் பின் குழியினுள் காணப்படும் மரத்தூள் எரியத் தொடங்கும். இம்முறையில் உண்டாக்கப்படும் தீ உலர்ந்த பாசி (dry moss), புல் போன்றவற்றைத் தீ மூட்டப பயன்பட்டது. இவ்வகைத் தீ மூட்டும் கருவியை நெளிகோல் (fire drill) என்பர். இன்றும் சில ஆதிவாசிகள் தீ உண்டாக்க இம்முறையைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர்.

முதன் முதலில் இரும்புத் தாது கொண்ட இரு கற்களை ஒன்றோடொன்று தேய்த்துத் தீ உண்டாக்கப்பட்டது. மனிதன் தீப்பெட்டிகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன் தீக்கல் அல்லது சிக்கி முக்கிக்கல், (flint) எ்கு இவற்றைப் பயன்படுத்தித் தீயை உண்டாக்கினான். இம்முறையில் தீ உண்டாக்க ஓர் எ்கு துண்டு, சிக்கிமுக்கிக்கல், தீப்பொறியினால் தீ மூட்டப் பயன்படும் தீப்பற்றுங் கற்றை (tinder) ஆகியவை தேவை.

பருத்தி நாரால் செய்யப்பட்ட துணி (linen fabric), காய்ந்த மரப்பட்டைகளின் தூள் இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினால் தீப்பற்றுங்கற்றை செய்யப்பட்டிருக்கும். இக் கற்றையை ஓர் அடுப்பில் வைத்து அது எரியும் நிலையை அடையும் சற்று முன் வரை சூடாக்க வேண்டும். பின் அதை ஒரு தீப்பற்றும் பெட்டியின் உலர் நிலையில் வைக்க வேண்டும்.

தீயை உண்டாக்கும் நேரத்தில் தீப்பற்றுங் கற்றையைத் தரையில் வைத்துச் சிக்கிமுக்கிக்கல்லை எ்கின் மேல் உரசினால் உண்டாகும் தீப்பொறி தீப்பற்றுங் கற்றையை எரியச் செய்யும். இம்முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டே தீக்கணைத் துப்பாக்கிகள் (fire pistol) தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும் சிகரெட் பற்றவைப்பான்களில் (cigarette lighters) சிக்கிமுக்கிக் கல்லும் இரும்பும் தீப்பொறி உண்டாக்கப் பயன்படுகின்றன.

முதன்முதலில் தோன்றிய தீக்குச்சிகள் அமிலத்தில் நனைத்தால் எரியக்கூடியவையாகத் தயாரிக்கப்பட்டன. பின்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புரோமித்தியன் தீக்குச்சிகள் (promethean matches) பாதுகாப்பானவை. இவ்வகைத் தீக்குச்சிகளில் அமிலம் ஒரு சிறு கண்ணாடிப் புட்டியில் (vial) வைக்கப்பட்டிருந்தது. பின் 1827 ஆம் ஆண்டில் சாமுவேல் ஜோன்ஸ் என்பார் நச்சுப்புகையை உண்டாக்கும் லூசி்பர் (lucifer) என்னும் உராய்வினால் எரியக்கூடிய தீக்குச்சியைக் கண்டுபிடித்தார். இத்தீக்குச்சியைப் பயன்படுத்தும்போது உண்டாகும் நச்சுப் புகையினால் நெக்ரோசிஸ் என்னும் ஒரு வகை நோய் மக்களிடையே பரவியது. எனவே இதைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுக் கஸ்டாவ் ஈ.பாஸ்க் என்னும் சுவீடன் நாட்டு அறிவியலார் பாதுகாப்பான தீக்குச்சிகளை (safety matches) 1844 இல் கண்டுபிடித்தார்.

1943 இல் ரேமண்ட் டேவிஸ் கேடி என்னும் அமெரிக்கர் எட்டு மணி நேரம் நீரில் போட்டுவைத்து எடுத்தாலும் எரியக்கூடிய புதுவிதமான தீக்குச்சியைக் கண்டுபிடித்தார். 1827 ஆம் ஆண்டு ஜான் வாக்கர் என்னும் ஆங்கில மருந்தாக்க வல்லுநரே இக்காலத் தீக்குச்சியை முதன்முதலில் உருவாக்கினார். மரத்தூள், கருவேலம் பிசின் (gumarabic), கஞ்சிப்பசை (starch) இவற்றைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட தீக்குச்சி முனையில் ஆண்டிமணி சல்்பைடு பொட்டாசியம் குளோரைட் இவற்றின் கலவை பூசப்பட்டிருக்கும். இம்முனையை ஒரு சொரசொரப்பான பரப்பின் மேல் தேய்க்கும்போது உண்டாகும் உராய்வு வெப்பத்தினால் தீக்குச்சி எரியும். உப்புத்தாள் (sand paper) போன்ற ஒரு காகிதத்தின்மீது இக்குச்சியின் முனையைத் தேய்த்தால் வெடிப்பொலியுடன் எரிவதுடன் கெடு நாற்றமும் வீசும். இக்காலத் தீப்பெட்டிகளின் ஒரு பக்கத்தில் பாஸ்்பரஸ் பூசப்படுகிறது.

படம் 2. தீ உண்டாக்கும் முறைகள்

அ. இரண்டு கற்களை உரசுவதால் தீ உண்டாதல்

ஆ. சிக்கிமுக்கிக்கல், எ·.கு இவற்றால் தீ உண்டாதல்

இ. தீக்கணைத் துப்பாக்கி (fire pistol)

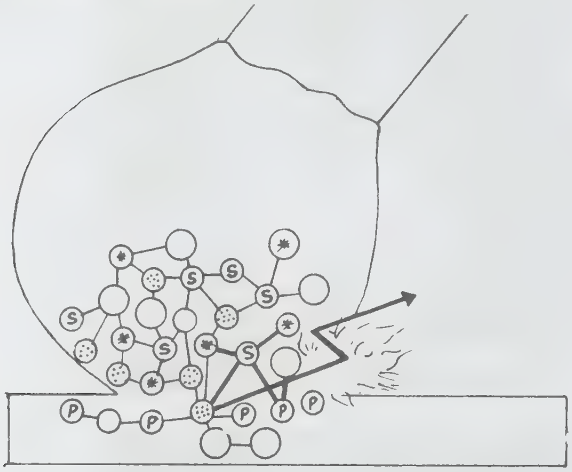
ஈ. வேதிக் கலப்பினால் தீ உண்டாக்குதல் (அமிலத்தில் நனைத்தால் எரியும் தீக்குச்சி)

உ. நெளிகோல் முறையில் தீ உண்டாக்குதல்.

ஊ. லூசிபர் தீக்குச்சி.

எ. மின் தீ மூட்டல் (காண்க : மின்பொறி, நிலை மின்னிறக்கம் தீப்பற்று இயக்கங்கள்)

பொட்டாசியம் குளோரேட்டாலான தீக்குச்சியை பாஸ்·.பரப் பொருளில் தேய்க்கும்போது உராய்வினால் பொட்டாசியம் குளோரேட்டிலுள்ள ஆக்சிஜன் பாஸ்·.பரசுடன் வினைபுரிந்து எரியத் தொடங்கும். பிணைப்புச் செயலிகள் (binding agents) தீக்குச்சி மருந்திலுள்ள பிற பொருள்களை ஒன்றாகப் பிணைத்து வைக்க உதவுகின்றன.



1830 இல் டாக்டர் சார்லஸ் சாவுரியா என்பார் எப்பொருளில் தேய்த்தாலும் தீப்பற்றக்கூடிய ஒரு வகைத் தீக்குச்சியை உருவாக்கினார். இதன் முனையில் வெள்ளை அல்லது மஞ்சள் பாஸ்·.பரஸ் கலவை பூசப்பட்டிருக்கும்.

தீயிலிருந்து வெளிவருபவை. காற்றில் எரியும் பொருள்கள் பொதுவாகக் கார்பன், ஹைட்ரஜன் அல்லது இவற்றின் சேர்மங்களால் ஆனவையாக இருக்கும். சான்றாக நிலக்கரி, கல்கரி, கரி போன்றவற்றில் கார்பனும் இயற்கை வளிமம், கேசோலின் எரிபொருள் எண்ணெய் (fuel oil) ஆகியவற்றில் கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் சேர்ந்த ஹைட்ரோகார்பன் வகைச் சேர்மங்கள் காணப்படும். இவை எரியும்போது காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன், கார்பன், ஹைட்ரஜன் இவற்றுடன் இணைந்து கார்பன் டை ஆக்சைடு நீராவி (water vapour) ஆகிய வளிமங்களுடன் வெப்பம், தீச்சுடர் ஆகியவையும் உண்டாகும். எரிபொருள் முழுமையாக எரியப் போதுமான ஆக்கிஜன் இல்லையெனில் கார்பன் மோனாக்சைடு வளிமம் உண்டாகும்.

தீத் தடுப்பும் காப்பும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலம் வரை தீயணைப்பதற்கு ஏற்ற கருவிகள் தோன்றவில்லை. பயிற்சி பெற்ற தீயணைப்பாளரும் இல்லை. இருப்பினும் இன்று அந்நிலை மிகுதியும் மாறிவிட்டது. நவீன தீயணைப்பு நுட்பங்கள் தோன்றிவிட்டன. தீ முக்கோண வரைபடத்தில் முன்னமே குறிப்பிட்ட எரிபொருள், ஆக்சிஜன், வெப்பம் ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றைத் தவிர்த்துத் தீயை அணைக்கலாம்.

முதலில் எரிபொருளைத் தவிர்த்துத் தீப் பரவாமல் தடுப்பது பற்றிக் காணலாம். எ-டு: காடுகளின் பரவும் தீ. இன்றும் காடுகளில் நடுவில் தீச்சந்து (fire lane) அல்லது தீ முறிவு (fire break) எனப்படும் பரந்த திறந்தவெளிப் பாதைகள் விடப்படுகின்றன. தீ அப்பகுதியை அடைந்தால் தீ தொடர்ந்து எரியத் தேவையான எரிபொருள் கிடைக்காது. எரிபொருள் இன்மையால் (starvation) தீப் பரவுவது தடுக்கப்படும். காடுகளில் உயர்ந்த கோபுர மேடைகளிலிருந்து தீக் கண்காணிப்பாளர்கள் எப்போதும் தீ உண்டாவதைக் கண்காணித்த வண்ணம் இருப்பர். ஏனெனில் காட்டுத் தீ மிக விரைவில் பரவக் கூடுமாதலால் அதைக் கட்டுப்படுத்துவது மிகவும் கடினம்.

நகர வடிவமைப்பாளர்கள் நகரத்தை வடிவமைக்கும் போது கட்டடங்களுக்கு நடுவில் இடைவெளி விடுவர். இதனால் தீ ஒரு கட்டடத்திலிருந்து அடுத்த கட்டடத்திற்குப் பரவுவது தடுக்கப்படுகிறது. அடுத்தபடியாக ஆக்சிஜன் தீயை அடையாமல் காத்துத் தீப் பரவுவதைத் தவிர்க்கலாம். ஓர் ஈரக் கம்பளம் அல்லது சாக்கைப் பயன்படுத்தித் தீச்சுடருக்கு ஆக்சிஜன் கிடைக்காமல் செய்யலாம். விமானத்தளங்களில் வெடிமருந்துச் சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் வேதி நுரை (chemical foam) வகைத் தீயணைப்பான் இம்முறையிலேயே செயல்படுகிறது. எனவேதான் எரிகின்ற பொருளில் மண்ணை வீசுவர்.

மூன்றாவதாக வெப்பத்தை அகற்றியும் தீப் பரவாமல் தடுக்கலாம். இதற்கு எரிபொருள் தீப்பற்றும் வெப்ப நிலையை எட்டாதபடி வெப்பத்தைக் குறைக்கலாம். தீப் பரவாமல் தடுக்கச் சில நேரங்களில் நீர் பயன்படுகிறது. எரிந்து கொண்டிருக்கும் எரிபொருளிலிருந்து நீர் வெப்பத்தை உறிஞ்சி ஆவியாகிவிடுவதால் எரிபொருளின் தீக் குளிர்ந்து தீ அணைந்துவிடுகிறது.

தீத் தடுப்பு துறைகளில் நான்காவதாக ஒரு நவீன உத்தியும் உண்டு. பெரும்பாலும் எண்ணெய்ப் பொருளோ ஹைட்ரோ கார்பன் பொருளோ தீப்பற்றி எரியும்போது தனித்த அணுத்திரள்கள் (free radicals) உருவாகி தீச் சுழலினுள் மிதந்து பறந்தபடி எரிவினையை இடையறாது ஊக்குவிக்கும்.

அதனால் முன்னமே குறிப்பிட்ட தீ முக்கோணத்தில் நான்காவதாக ஒரு பக்கம் புதிதாக வகுக்கப்பட்டுள்ளது. அதுவே தனித்த அணுத்திரள்கள் எனப்படும். இந்தச் சுழல் துணுக்குகளை முழுவதும் அகற்றினாலன்றி தீயை அணைக்க முடியாது.

இக்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள உலர்வேதிமப் பொடி (dry chemical powder) எனும் நவீன தீயணைப்பான்கள் சிறப்பிடம் பெறுகின்றன. இங்கிலாந்தின் இம்பீரியல் கெமிக்கல் இண்டஸ்டிரீஸ் நிறுவனத் தயாரிப்பான இறக்குமதி செய்யப்பட்ட மோனெக்ஸ் (Monnex) என்னும் தீயணைப்பானுக்கு இணையாக இந்திய ஓல்ஃபெக்ஸ் (OLFEX) கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கண்டுபிடிப்பு பதிப்புரிமை (patent) பெறவிருக்கிறது.

அரபு நாடுகளில் பெரும் வரவேற்புடன் எதிர்பார்க்கப்படும் இந்தச் சிறப்பான உலர் வேதிமப் பொடியினைக் இந்திய விண்வெளி ஆய்வு நிறுவனத்தின் அறிவியலர் டாக்டர் வி.சி. ஜோசப், எஸ். நடராஜன், நெல்லை. சு. முத்து, வி.கே. சந்திரசேகரன் ஆகியோர் கண்டுபிடித்தார்கள். இப்பொடி எண்ணெய்ப் படலத்தின் மீது போர்வையாகப் படிவதுடன் வெப்பத்தை உறிஞ்சித் தீயை குளிர்வித்தும் மந்த வளிமங்களை உற்பத்தி செய்தும் தீயை அணைக்க முற்படுவதுடன் நெருப்பினுள் மிதக்கும் தனித்த அணுத்திரள் துணுக்குகளையும் கட்டுப்படுத்தும். இருப்பினும் சில வகைத் தீயை நீரினால் அணைக்க இயலாது. எ-டு: நீரின் மேல் மிதக்கும். எண்ணெய்ப் படலம், மசகு ஆகியவற்றில் உண்டாகும் தீ. ஏனெனில் எண்ணெய் நீரைவிட அடர்த்தி குறைவானதாகையால் நீரின் மேல் மிதந்தவாறு தொடர்ந்து எரியும்; விரைவாகவும் பரவும். மின் கருவிகளில் தீப்பிடித்தால் அதை அணைக்க நீரைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. ஏனெனில் அழுக்கேறிய நீர் ஒரு நல்ல மின் கடத்தி ஆகும். அவ்வாறு பயன்படுத்தினால் நீரைத் தெளிப்பவர் மின் அதிர்ச்சிக்குள்ளாகி உயிரிழக்க நேரிடும். மின் கருவிகளில் ஏற்படும் தீயை அணைக்க கார்பன் டைஆக்சைடு அல்லது உலர் வேதிமப் பொடி தீ அணைப்பானே மிகச் சிறந்த கருவியாகும்.

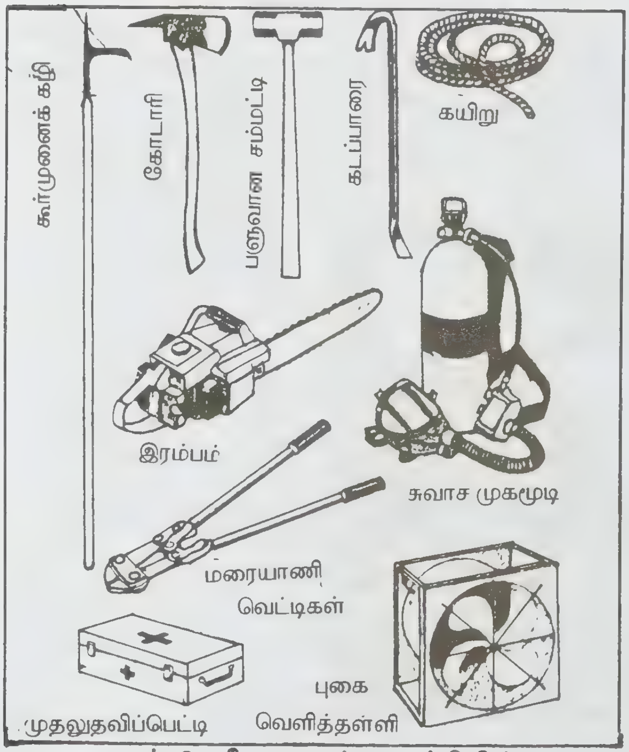
தீயணைப்புப் படையினர். 1835 ஆம் ஆண்டில் நியூயார்க் நகரில் முதன்முதலில் தீயணைப்புப்படை அமைக்கப்பட்டது. தீயினால் பழுதடைந்து விழும் நெருப்புத் துண்டங்கள் போன்றவற்றிலிருந்து தீயணைப்புப் படையினர் தம்மைக் காத்துக் கொள்ளப் பாதுகாப்பான தீப்புகா ஆடைகள் அல்லாமல் புதை காலணி (boot), கையுறை (glove), தலைக்கவசம் (helmet) போன்றவற்றையும் அணிவர். புகை, நச்சு வளிமங்கள் ஆகியன சூழ்ந்த இடங்களில் தடையின்றித் தூய காற்றைச் சுவாசிக்க ஏதுவாக முகமூடிகள் (face-masks) அணிவதுடன் சுவாசக் கருவியையும் (respirator/breathing apparatus) சுமந்து செல்வர். இந்த முகமூடிகள் சிறு காற்று உருளைகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஓர் எரியும் கட்டத்தின் உள்ளிருந்து அல்லது விமானத்திலிருந்து பாதிக்கப்பட்ட பயணிகளை மீட்கச் சில நேரங்களில் தீயினுள் நடக்க நேரிடும். அச்சமயங்களில் தீயணைப்புப் படையினர் வெப்பத்தினைப் எதிர்பலிக்கும் பளபளப்பான அலுமினியப் பூச்சுக் கொண்ட காப்பு உடை அணிவர்.

படம் 4

இதில் தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள், தீயணைபபு ஊர்திகள், சிறப்புத் தீயணைப்பு ஊர்திகள், ஆகியன அடங்கும்.

படம் 5. தீயணைபபுத் துறையின் இன்றியமையாக் கருவிகள்



படம் 6. தீயணைப்பு ஊர்தியின் இன்றியமையாக் கருவிகள்

படம் 7. தீயணைப்புப் படையினர் ஆக்கிஜன் உருளையை எடுத்துச் செல்லும் காட்சி

தகவல் தொடர்பு அமைப்புகள். மிகுதியான தீ அபாய அறிவிப்பு (alarms) தெலைபேசி மூலமே தீயணைப்புத் துறைக்குத் தெரிவிக்கப்படும். அன்றியும் தீ அபாய அறிவிப்பு மணிப் பெட்டிகள் (fire alarm boxes) அல்லது தானியங்கிக் குறிப்புணர்த்தும் கருவிகள் (automatic signalling devices) மூலமும் அறிவிக்கப்படும். அனைத்து எச்சரிக்கைகளும் துறையின் எச்சரிக்கைத் தலைமைத் தீயணைப்பு அலுவலகத்திற்கு அனுப்பப்பட்டு அங்கிருந்தே பின்னர்த் தீப்பிடித்த இடத்திற்கு அருகிலுள்ள தீயணைப்பு நிலையத்திற்குத் தகவல் தெரிவிக்கப்படும். இந்நிலையத் திலிருந்து உடனே தீயணைப்புப் படையினர் விரைந்து சென்று மீட்புப் பணியில் ஈடுபடுவர். ஒவ்வொரு தீயணைப்பு ஊர்தியுடனும் இரு-வழி வானொலித் தொடர்புக் கருவிகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் மூலம் தலைமை அலுவலகத் துடன் தீயணைப்பு நிலையம் தகவல்களைப் பரிமாறிக் கொள்ளும்.

தீயணைப்பு ஊர்திகள். நீர் எக்கிகள் கொண்டவை (pumpers), ஏணிகள் கொண்டவை (ladder trucks), மீட்புப் பணிபுரிபவை (rescue trucks) என ஊர்திகள் மூவகைப்படும்.

படம் 8 .தீ அறிவிப்புத் தலைமை அலுவலகம் (The Alarm Headquarters)

நீர் எக்கிகள் கொண்ட ஊர்திகள். இவ்வகை ஊர்திகளில் ஒரு பெரிய நீர் எக்கி இருக்கும். எக்கியின் திறன் அளவு அது ஒரு நிமிடத்திற்கு வெளியேற்றும் நீரின் அளவைப் பொறுத்தது. பொதுவாக ஒரு நிமிடத்திற்கு 2,840 - 5,680 லி. நீரை வெளியேற்றும் எக்கிகளே இங்குப் பயன்படுகின்றன.

இவ்வூர்திகள் பல அளவுகளினாலான குழாய் களையும் நுனிக்கூம்பு குழாய்களையும் உடையன. மேலும், இவ்வூர்திகளில் சிறு விட்டமுடைய குழாய்களும் இருக்கும். இவை ஒரு சுழல் வட்டின் மேல் சுற்றி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை பொதுவாகத் திறந்த வெளித் தீயை அணைக்கப் பயன்படும்.

ஏணிகள் உடைய ஊர்திகள். இவற்றில் இரு வகை உண்டு. ஒன்று ஊர்தியோடு இணைந்த ஏணி உடையது. இதில் நிமிர்ந்தெழும் ஏணி (aerial ladder) அல்லது உயர்ந்தெழும் மேடை (elevating platform) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பிறிதொரு வகை ஊர்திகளில் தனியே எடுத்துச் செல்லத்தக்க ஏணிகள் காணப்படும். எனவேதான் இவை பொதுவாக ஏணி உடைய ஊர்திகள் (ladder trucks) எனப்படுகின்றன.

நிமிர்ந்தெழும் ஏணி உடைய ஊர்திகளில் உலோகத்தாலான ஏணி ஒன்று சுழல் மேசையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த ஏணிகளை 30மீ. உயரம் வரை நிமிர்த்தலாம். உயர்ந்தெழும் மேடை உடைய ஊர்திகளில் உள்ள மேடை அமைவு (platform) மனிதர்களைச் சுமந்து செல்லப் பயன்படும். இவ்வமைவு ஓர் உயர்த்து தண்டு அமைப்புடன் (articulating boom) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக்கருவியை 46 மீ. வரை உயர்த்தலாம்.

தனியே எடுத்துச் செல்லத்தக்க ஏணிகள் (portable ladders) உடைய ஊர்திகளில் நீட்டக்கூடிய ஏணிகள் (stretchers), முதலுதவிப் பெட்டிகள் (first-aid kits) ஆகியவை அடங்கும். தவிர கோடாலிகள் (axes), திறன்மிகு இரம்பங்கள் (power saws), பளுவான சம்மட்டிகள் (sledge hammers) போன்ற எந்திரக் கருவிகளும் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

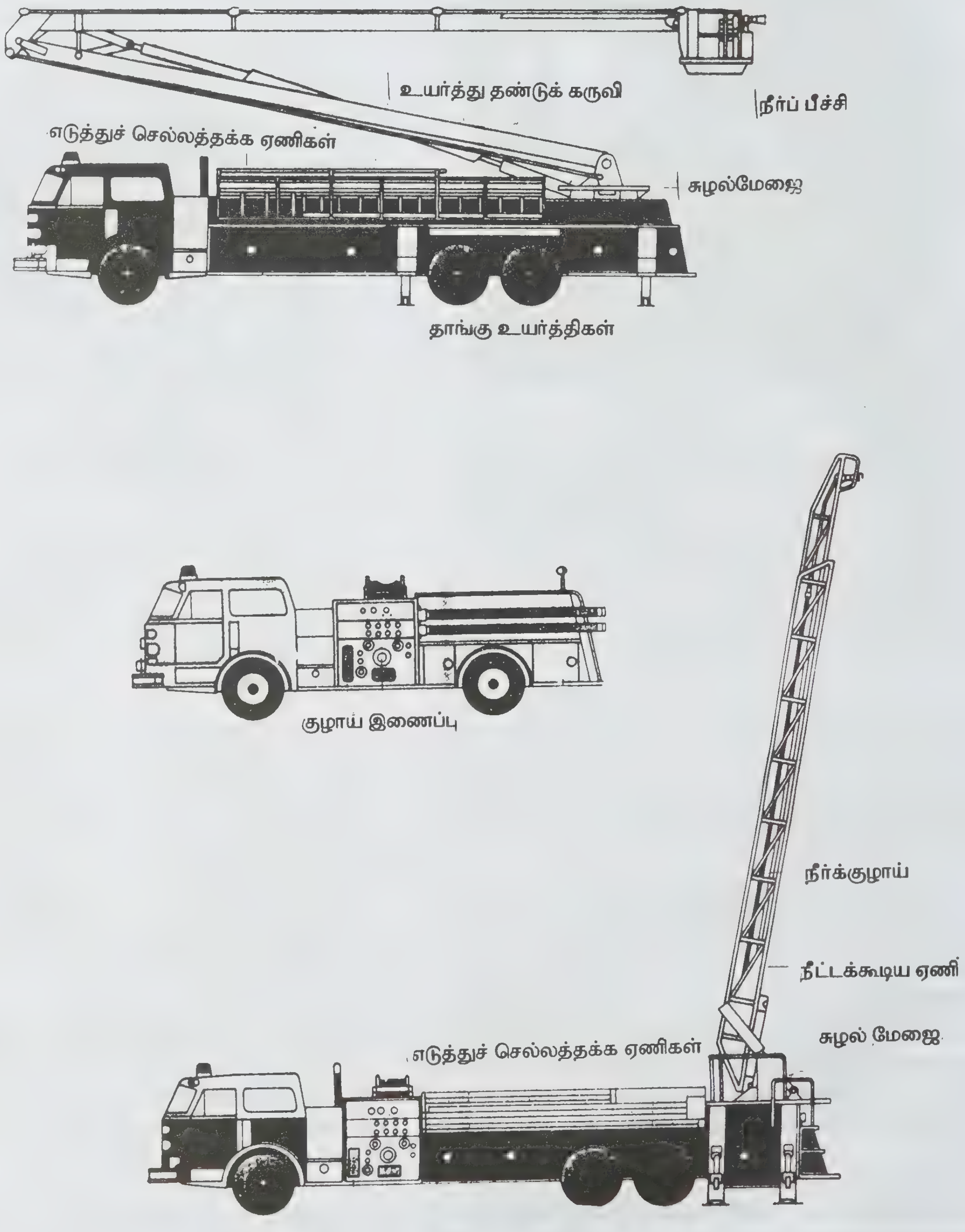
ஏணி உடைய ஊர்திகளில் உள்ள அனைத்து எந்திரக் கருவிகளும் மீட்புப் பணி ஊர்திகளிலும் இருக்கும். மீட்புப் பணி ஊர்திகளில் உலோகத்தை வெட்ட ஆக்சி அசெட்டிலின்ஒளி மின் விளக்குகளும் (oxyacetylene torches), எடை மிகு பொருள்களை உயர்த்த நீரழுத்த உயர்த்திகளும் (hydraulic jacks) உள்ளன. மேலும் இவ்வூர்திகளில் தீத்தடுப்பு ஆடைகள், அவசர மருத்துவத்திற்குத் தேவையான மருத்துவக் கருவிகள் ஆகியவை இருக்கும்.

சிறப்புத் தீயணைப்பு ஊர்திகள். தரையில் மோதிச் சேதமடைந்த வானூர்திகளை மீட்கப் பயன்படும் ஊர்திகள் (airport crash trucks), தீயணைப்பு உதவிப் படகு (fire boat) ஆகியவை சிறப்புத் தீயணைப்பு ஊர்திகள் (special fire vehicles) ஆகும்.

கட்டடத்தில் பரவும் தீயைத் தடுத்தல். தீப் பரவாமல் தடுப்பதே தீயணைப்புப் படையினரின் முதன்மைப் பணியாகும். ஆதலின் தீயணைப்புப் படையினர் தீப்பிடித்த கட்டடத்தின் ஜன்னல்களைத் திறந்த நிலையில் இருக்கச் செய்வர். கட்டடத்தில் போதுமான அளவில் காற்றோட்ட வசதி இராவிட்டால் வளிமங்களின் வெப்பமும் அழுத்தமும் அதிகரித்துக் கட்டடமே வெடித்துத் தகர்ந்துவிடக்கூடும். எனவே சில நேரங்களில் கூரை அல்லது சுவர்களில் துளைகளை இடுவர்.

புல்வெளி அல்லது காட்டில் பரவும் தீயைத் தடுத்தல். புல் அல்லது மரங்களைப் பற்றி எரியும் நெருப்பினை அணைக்க மண்ணை வாரி இடலாம். இதற்கென நிலச்சமன்பொறி (bulldozer), அகழ்வாரி எந்திரம் (shovels) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்துவர்.

அவசர மீட்புப் பணிகள். மீட்புப் பணியாளர்கள் புகை மற்றும் நெருப்பினால் பாதிக்கப்பட்டவர்களுக்கு உடனடியாக முதலுதவி செய்து, பின் உரிய மருத்துவம் அளிக்கத்



படம் 9. தீயணைப்பு ஊர்திகள்

அ. நீர் எக்கி உடைய தீயணைப்பு ஊர்தி (pumper)

ஆ. உயர்ந்தெழும் மேடை உடைய தீயணைப்பு ஊர்தி (elevating platform truck)

இ. நிமிர்ந்தெழும் ஏணி உடைய தீயணைப்பு ஊர்தி (aerial ladder truck)

தாமதமின்றி மருத்துவமனைக்கு எடுத்துச் செல்வர். இதய நோயாளி போன்றோர் பாதிக்கப்பட்டால் அந்த இடத்திலேயே அவசர சிகிச்சை வழங்கவும் சில தீயணைப்புத் துறைகளில் மருத்துவ நிகர் மனைகள் (paramedic units) இயங்கி வருகின்றன.

படம் 10. தரை மோதிய வானூர்திகளில் ஏற்படும் தீயை அணைக்க வேதி நுரை (foam) பயன்படுத்தப்படும் காட்சி

படம் 11

படம் 12 தீயணைப்புத் துறையிலுள்ள மருத்துவ நிகர் மனைகள் (paramedics)

நன்மைகள். முற்காலத்திலிருந்தே மனிதனுக்குத் தீ பயன்பட்டு வந்திருக்கிறது. ஆதிகாலக் குகை மனிதர்கள் தீ மூட்டிக் குளிர் காய்ந்தனர். மேலும் கொடிய விலங்குகளை அச்சுறுத்தி விரட்டவும், வேட்டையாடிய விலங்குகளைச் சுட்டு உண்ணவும், ஒளி தரக்கூடிய கருவியாகவும் தீ அவர்களுக்குப் பயன்பட்டது. நாளடைவில் உலோகத்தை உருக்கிப் பல வடிவங்களில் வார்த்துக் கருவிகள் புனையவும் தீயே மனிதனுக்கு உதவி வந்தது

இக்காலத்தில் வீடுகளில் உணவு சமைக்கவும் தொழிற்சாலைகளில் உள்ள எந்திரங்களை இயக்கவும் தீ பயன்படுகிறது. தீயூட்டி உருக்கிய இரும்பு, வெண்கலம் இவற்றிலிருந்து படைக்கலக் கருவிகளும் உண்டாக்கப் படுகின்றன. தீயில் சுட்ட மட்பாண்டங்களே தானியங்களைச் சேமித்து வைக்கவும் பயன்படுகின்றன.

தீமைகள். தீ மனிதனுக்கு மிகுதியாகப் பயன்பட்டு வந்தாலும் அதைக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் பாதுகாப்பாக வைத்திராவிட்டால் பெருந்தீமை விளைவிக்கும். ஒவ்வோர் ஆண்டும் பல்லாயிரக்கணக்கான வீடுகளும் கட்டடங்களும் தீ விபத்தினால் சேதமாகின்றன. எண்ணெய்க் கிணறுகளும் பரந்த புல்வெளிகளும் காடுகளும் அழிக்கப்படுகின்றன. வெடிகுண்டுக் கலாச்சாரமும், சர்வாதிகாரப் போர் விளைவுகளும் தீயினை ஆயுதமாக்கி அழிவுப் பணிக்கு அடிப்படையாகிவிடுகின்றன.

- இரா.இந்து

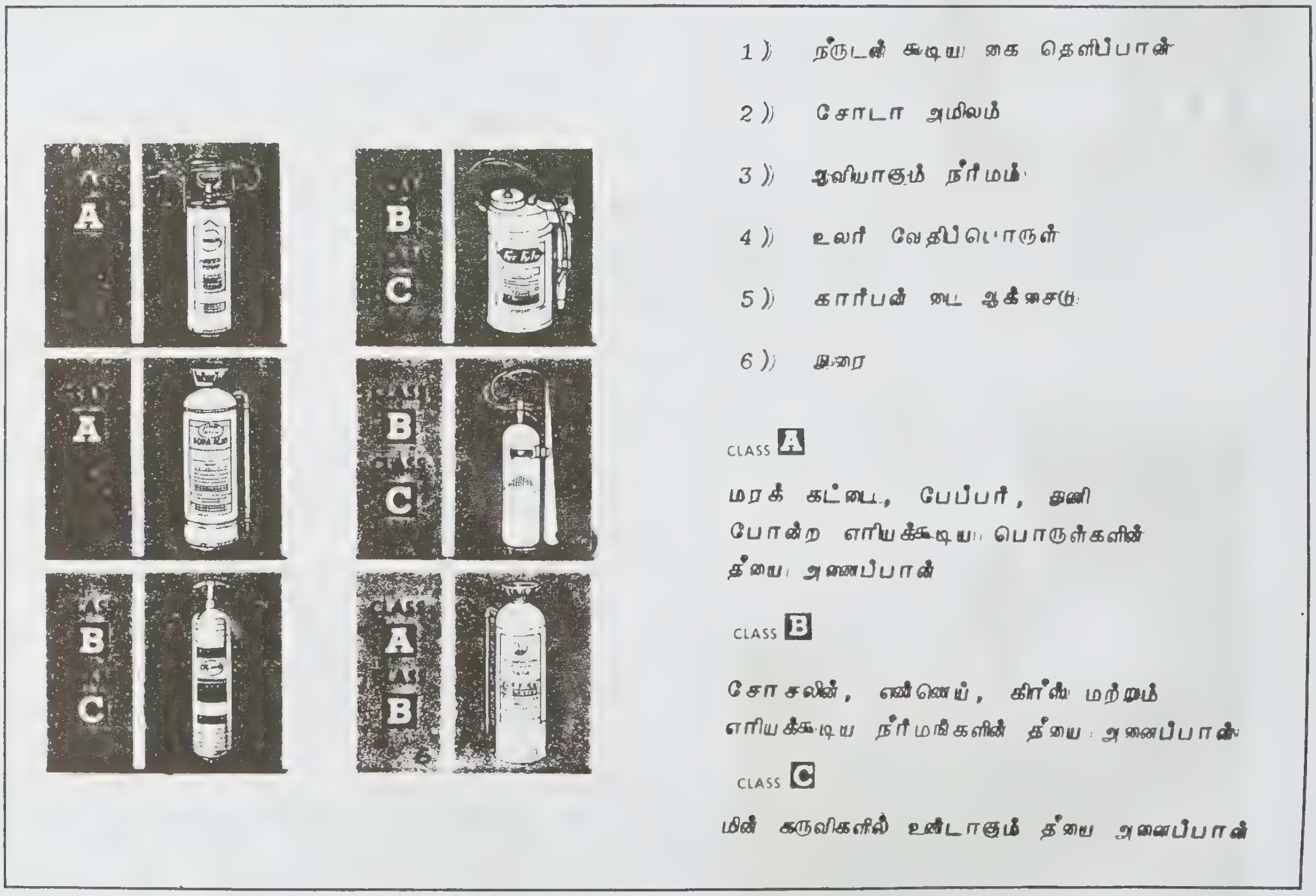
தீ அணைப்பான்

நீர் அல்லது வேதிப் பொருள்களினால் நிரப்பப்பட்ட உலோகக் கொள்கலனான இது, தீயினை அணைக்கப் பயன்படுகிறது. எளிதில் எடுத்துச் செல்லக்கூடியதும், விரைவில் இயக்கவல்லதுமான தீ அணைப்பான்(fire extinguisher) சிறு தீயினைப் பெரும் சுவாலையாகப் பரவும் முன் தடுத்து நிறுத்தப் பயன்படுகிறது.

அமெரிக்கா, இந்தியா போன்ற நாடுகளில், மாநில மற்றும் உள்ளாட்சித் தீத்தடுப்புச் சட்டம், பொது அலுவலகங்களில், எளிதில் காணும் இடங்களில் தீ அணைப்பானை நிறுவும்படி வேண்டுகிறது. தொழில் கூடங்கள், கிடங்குகள் திரையரங்குகள் போன்ற கட்டடங்களும் இதில் அடங்கும். பள்ளிப் பேருந்து போன்ற பெரும்பாலான பொது ஊர்திகளிலும் தீ அணைப்பான் கருவி பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

தீ அணைப்பான் பல வகைப்படும். இதன் பயன்பாடு, தீயின் வகையினைப் பொறுத்தது தீத்தடுப்பு வல்லுநர்கள் (fire prevention experts) எரியும் பொருளின் தன்மையினைக் கொண்டு தீயினை நான்கு வகையாக A, B, C, D எனப் பிரிக்கின்றனர். வகுப்பு A தீயில் சாதாரணமாக எரியக்கூடிய துணி, காகிதம், ரப்பர், மரக்கட்டை போன்றவையும், வகுப்பு B தீயில் எரியக்கூடிய வளிமங்கள் அல்லது கேசோலின், சமையலுக்குப் பயன்படும் கிரிஸ் அல்லது எண்ணெய் போன்ற எரியக்கூடிய நீர்மங்களும், வகுப்பு C தீயில் மின்னோடி, மோட்டார், இணைப்பு மாற்றி அல்லது பிற மின் கருவிகளும், வகுப்பு D தீயில் மக்னீசியம் சீவல் அல்லது மெல்லிய செதில் போன்ற எரியக்கூடிய உலோகங்களும் அடங்கும்.

பெரும்பாலான தீ அணைப்பானில் தீயின் வகைகள், எவ்வகையான தீயில் இது பயன்படும் போன்ற தகவல்கள் அச்சிடப்பட்டிருக்கும்.வகுப்பு D தீயில் தனித்த குறிப்பிட்ட



படம் 1. தீ அணைப்பானின் வகையும்
அதனைப் பயன்படுத்தும் முறையும்.

உலோகங்களுக்கு ஏற்பச் சிறப்பு முறையிலான தீ அணைப்பான் தேவைப்படுகிறது.

தீயினைக் கீழ்க்காணும் செயல்முறைகளில் அணைக்கலாம். அவை எரியும் பொருளைக் குளிர்வித்தல், தீயினை மந்த வளிமத்தால் போர்வையாகச் சூழச் செய்து ஆக்சிஜனைக் குறைத்துத் தீயினைப் பரவாது தடுத்தல், எரிவதைத் தடுக்கும் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி எரியும் பொருளைப் போர்வையாகச் சூழ்தல், அல்லது காற்றுச் செல்லும் வழியினைத் திண்மப் பொருள்களின் அடுக்கினால் தடுத்தல் என்பன. தீ அணைப்பான் ஒன்று அல்லது இவ்வனைத்துத் தத்துவங்களைக் கலந்தும் இயக்கப் படுகிறது. தீ அணைக்கும் முறைகள், பொருளின் தன்மை யினைப் பொறுத்தவை. எரியும் மக்னீசியம், நீருடன் வினை புரிவதையும் சமன்பாட்டிலிருந்து அறியலாம்.

$$Mg + H_20 \rightarrow Mg + H_2$$

இதில் ஆக்சிஜனுக்குப் பதிலாக நீர் எரிதலை ஊக்குவித்து வினை புரிகிறது. உண்மையிலேயே வெளியிடப்பட்ட ஹைட்ரஜன், காற்றில் எரிந்து மோசமான நிலையை உருவாக்கக்கூடும். இருப்பினும் எடுத்துக்காட்டில் கூறியபடி மக்னீசியத் தீயில் நீரின் வேதிக்காரணிகளாக மட்டுமன்றி, நீரின் அளவிற்கும், எரியும் மக்னீசிய அளவிற்கும் உள்ள தொடர்பைப் பொறுத்தது. மிகப் பெரிய மக்னீசியத் தீயில் சிறிதளவு நீர், பொருளினை அழிக்கும். ஆனால் மிக அதிகமான நீர், சிறிய மக்னீசியத் தீயினை, அதன் குளிர்விப்பு விளைவினால் (quench) தணிக்கிறது. இதனால் எரிபொருளின் வேதி மற்றும் இயற்பண்பு, தீயின் அளவு இவ்விரண்டும் கொடுக்கப்பட்ட தீ அணைப்பானின் தொழில் நுட்பங்களின் செயல் திறனுக்கு இன்றியமையாதவை.

நீர். தீ அணைப்பில் பயன்படும் செயல்திறன்மிக்க குளிர்விப்புக் காரணி (agent) நீராகும். நீராவி உற்பத்தி காற்றினை நீக்கச் செய்து போர்வையாகச் சூழ்கிறது. ஆனால் காற்றினை விட அடர்த்தி குறைந்தமையால், இது விரைவில் நகர்த்தப்படுகிறது.

நனைக்கும் மற்றும் நுரைக்கும் காரணிகள் (wetting agent and foaming agent) நீரின் செயல்திறனை அதிகரிக்கின்றன. எரியும் பருத்திக்குவியலில் (cotton bale) ஈரமாக்கும் காரணியைச் சேர்த்தால் எரியும் பொருளின் ஊடே நீரை ஊடுருவச் செய்து தீயினை மிக்க செயல்திறனுடன் அணைக்கிறது. நுரைக்கும் காரணி தீயினைச் சுற்றி அடர்ந்த போர்வை போன்று நுரையால் சூழ்ந்து காற்றினை நீக்கி, எரியும் பொருளினைக் குளிர்விக்கிறது. தீ அணைப்பு நீர்ப் பாய்ச்சும் குழாய்களின் நனைக்கும் மற்றும் நுரைக்கச் செய்யும் காரணி அளிக்கும் (feed) அமைப்பு தற்போது பெருமளவில் இணைக்கப்படுகிறது.

நீர்த் தெளிப்பு மற்றும் நீர்ப்பாய்ச்சுதலில் நீரினை மூடுபனியாகப் (fog) பயன்படுத்துதல் சில வேளைகளில் மிக்க செயலாக்கத்துடன் காணப்படும். எண்ணெய்த் தீயினை எதிர்ப்பதிலும், தீயினைக் குளிர்விப்பதிலும் மூடுபனி ஆற்றல் வாய்ந்த போர்வையாகச் சூழ்ந்து தீயினைத் தடுக்கிறது ஆனால் நீர்ப் பாய்ச்சல் எண்ணெயினைச் சிதறச் செய்து தீயினைப் பரவும்படி மட்டுமே செய்கிறது. மூடுபனியின் பெரும் நன்மை, இது தடுக்கும் திரையாகச் செயல்பட்டு தீக்கு அருகிலும் தீ அணைப்பவர்களைப (fire fighter) போராடச செய்ய அனுமதிப்பதேயாகும்.

குளிர்காலங்களில் வெளிப்புறங்களில் வைக்கப்படும் நீர் அணைப்பானில் உறைதலைத் தடுக்கும் காரணியையும் (antifreeze agent) சேர்க்க வேண்டும். பொதுவாகக் கால்சியம் குளோரைடு இதற்குப் பயன்படுகிறது. ஆனால் சில வேளைகளில் சுமையேற்றியே நீராவி அணைப்பான் (loaded stream extinguisher) எனப்படும் உறைதலைத் தடுக்கும் உப்பு, தீ வேகக் குறைக்கும் விளைவுகளில் (fire retarding effect) பயன்படுகிறது.

எண்ணெய்த்தீயில் எடுத்துக்காட்டாக நீர், நுரையாக அல்லது சில வேளைகளில் மூடுபனியாக மட்டுமே திறனுடை யதாகக் காணப்படும். மின்சாரத்தீயில், நீரினைப் பயன் படுத்துதல் பேரிடர் விளைவிக்கும். மின்னாக்கி (generator) மற்றும் மின்னோடிகளில் இது முழுமையாக அழிவினை ஏற்படுத்தக்கூடியது. மூடுபனி மூக்குத்துளை (fog nozzle) சில வேளைகளில் பயன் உடையதாகும். ஆனாலும் நீரினை, மின்சாரத்தீயில் பயன்படுத்தும்போதெல்லாம் கேடுகள் உண்டாக வாய்ப்புள்ளது. கார்பன் டை-ஆக்சைடு அல்லது உலர்ந்த அணைப்பான் ஏற்றது என முடிவு செய்யப்பட்டுள்ளது.

கார்பன் டை ஆக்சைடு அணைப்பான். அனைத்துத் தீ வகைகளுக்கும் பாதுகாப்பான, ஆற்றல் வாய்ந்த அணைப்பான் கார்பன் டை ஆக்சைடு ஆகும். இது மந்தப் போர்வையாகச் செயல்படுகிறது. இது எரியும் கட்டத்தில் பெரிய தொட்டி அல்லது அது போன்ற கலன்களில் ஏறபடும் தீயில் ஆக்சிஜனை மிக விரைவாக விலக்குகிறது. காற்று வீசி வளிமத்தை (gas) நீக்குமிடங்களில் உயர்ந்த இடங்களில் அல்லது வெளிப்புறங்களில் இது திறனற்றுக் காணப்படுகிறது. இது வகுப்பு B மற்றும் C தீயில் பயன்படுகிறது. கார்பன் டை ஆக்சைடு தீயணைப்பான் கார்பன் டை ஆக்சைடு வளிமத்தைக் கொண்டும், ஹாலோன் அணைப்பான்

மற்றொரு வளிமத்தைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வகை அணைப்பானில் கனிமத்தை நீர்ம வடிவில் கொள்கலனின் அழுத்தத்தில் கீழ்க் கொண்டிருக்கும். இதன் கைப்பிடியினை அமுக்கினால் நீர்மம் வளிம (liquified gas) அணைப்பான், நீர் அல்லது தூளினைப் பிற அணைப்பான் போன்று விட்டுச் செல்வதில்லை. இதனால் தான் வளிம வகை, வகுப்பு C தீயினுக்கு மிகப் பொருந்தக்கூடியதாகும். இது கணிப்பொறி, அல்லது பிற நுட்பமான மின்கருவிகளில் அழிவு விளைவிக்கும் தீயினை எதிர்க்கவல்லது.

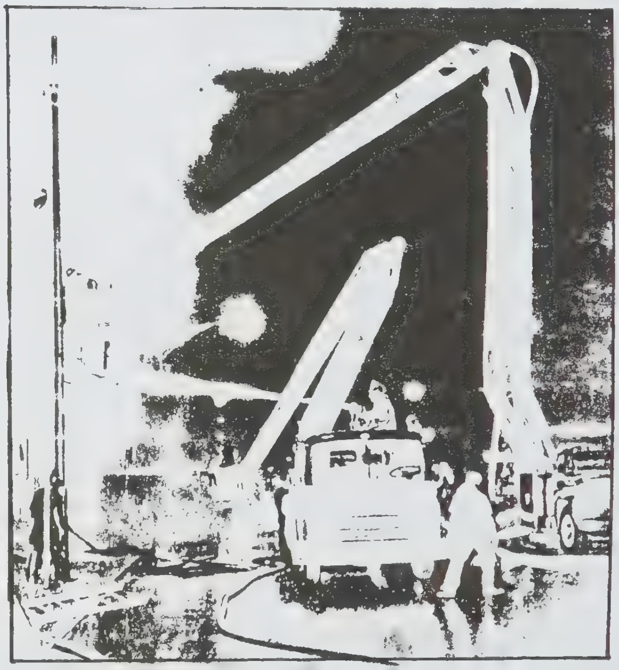
படம் 2. உலர் வேதிப் பொருளினால் பொறியிலுள்ள தீ அணைக்கப்படுகிறது

உலர் வேதிப் பொருள் தீயணைப்பான் (Dry chemical extinguisher). இது வகுப்பு 'B' மற்றம் 'C' இன் தீயினை அணைக்கவல்லது. இத்தீ அணைப்பானை வகுப்பு 'A' தீயிலும் பயன்படுத்தலாம். உலர்ந்த தூளினை முதன்மையாகச் சோடியம் பை கார்போனேட் கொண்ட தீ அணைப்பானகப் பயன்படுகிறது. இத்தூள் சரியான அளவினை உடையதாக கட்டிப்படாத பொருளாக இருத்தல் வேண்டும். தூளின் செயல்பாடு மும்முனையுடையது. பெரும்பாலும் இதன் மிக முக்கியமான வினை கார்பன்டை ஆக்சைடை வெளிப்படுத்தல் ஆகும்.

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

இவ்வினை தீயின் வெப்பத்தினால் உருவாதலால் இங்குத் தேவைப்படும் இடத்தில் தானே கார்பன் டை ஆக்சைடு உற்பத்தி செய்கிறது. இரண்டாவதாக எரியும் பொருளினைக் குளிர்விக்கிறது. முன்றாவதாகக் காற்றின் வழியினைத் தடுக்கும் தடுப்பானாகச் செயற்படுகிறது. உலர்ந்த வேதிப் பொருள்கள் சிறிய தீயில் குறிப்பாக மின்சாரத் தீயில் பயனுள்ளவையாகும். மேலும் சோடியம் பைகார்பனேட் நச்சுத் தன்மை அற்றது. சிறிதளவு அல்லது இரண்டாந்தரச் சேதங்கள் இன்றி எளிதில் தூய்மைப்படுத்தக் கூடியதாய்க் காணப்படுகிறது.

ஹாலோஜனேற்ற ஹைட்ரோகார்பன். இதில் CCl_4 தீ அணைக்கும் காரணியாக நெடுங்காலமாகவே பயன்பட்டுவருகிறது. இது கார்பன் டைஆக்சைடினை விட 3.5 மடங்கு உள்ளமையால் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்ததாகும். இதனைத் தவிரப் பிற ஹாலேஜனேற்ற ஹைட்ரோ-கார்பன்கள் குளோரோ புரோமோ-மெத்தேன் CH_2-ClBr மற்றும் புளுரினேற்ற ஹைட்ரோ கார்பன்கள் பெருமளவில் உள்ளன. இவற்றில் ஆற்றல் மிக்க காரணி 13B-1 CF_3 Br ஆகும்.



பிற தீயணைப்பு முறைகள். காட்டுத் தீயினை அணைக்க, சிறுதீமூட்டு தல் (back-firing) போன்ற உத்திகள் பயன்படும். இவை காற்றின் நிலை, ஈரப்பதம் இவற்றைப் பொறுத்தவை. சோடியம் கால்சியம் போரேட்டின் நீர் தொங்கல், தீயினை முறிக்கும் பணிகளிலும் தீயினை நேரடியாகத் தாக்குவதிலும் தேர்ந்தது. போரேட்டுகள் காகிதம் மற்றும் துணிகளுக்கான தீயின் வேகம் தணிப்பானாகப் பெயர் பெற்றவை.

- க.சித்திராதேவி

தீ அணைப்பி

தீயை அணைக்கப் பயன்படும் கருவிகள் அல்லது அமைப்புக்களை இவ்வகையில் குறிப்பிடலாம். தீயைக் கீழ்க்காணும் முறைகளில் அணைக்கலாம். அவை : எரியும் பொருள்களைக் குளிர்வித்தல், எரியாத, எரிதலை ஊக்குவிக்காத வளிமத்தால் போர்வையைப் போல் மூடி, ஆக்சிஜன் கிடைக்காது செய்தல், எரிதலைத் தணிக்கும் பொருள்களைப் புகுத்துதல், திண்மத் துகள்களையோ, புகையையோ பரப்பித் தீயைக் கட்டுப்படுத்துதல் என்பனவாகும்.

எரிதலைத் தடுக்கும் முறைகள் எரியும் பொருள்களின் தன்மையைப் பொறுத்தவையாகும். எடுத்துக்காட்டாக எரியும் உலோகங்களுள் சில (சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம் போன்றவை) நீருடன் வினையுற்று ஹைட்ரஜனைத் தருகின்றன. இவ்வினை ஒரு வெப்ப உமிழ்வினையாதாலும், வெளியாகும் ஹைட்ரஜன் எளிதில் எரியக் கூடியதாலாலும், இவ்வகைத் தீயை அணைக்க நீரைப் பயன்படுத்துதல் ஆபத்தானதாகும். இருப்பினும் மிகையளவு நீரைப் பயன்படுத்தினால் இத்தீயைக்கூட அணைத்துவிடல ாம். எனவே, எரிபொருளின் இயற்பியல் தன்மை, தீயின் பரப்பளவு, தீ அணைக்கும் பொருளின் அளவு ஆகியன முதன்மைக் காரணிகளாகின்றன.

பொதுவாக, நீர் ஒரு சிறந்த தீ அணைப்பி; ஏனெனில், உயர் தன் வெப்பம் கொண்ட நீர் நல்ல குளிர்விக்கும் பொருளாகும். உருவாகும் நீராவி எரியும் பகுதியிலிருந்து காற்றை விலக்குகிறது.. ஈரப்படுத்தும் பொருள்களும், நுரைதரும் பொருள்களும் நீரின் தீ அணைக்கும் திறனை உயர்த்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பஞ்சுப்பொறி எரிகையில் நனைக்கும் பொருளை நீருடன் கலந்து பாய்ச்சினால், அப்பொருள் பொதியினுள் நீர் புகுதலை ஊக்குவித்து விரைவில் தீயை அணைக்கிறது. நுரை ஆக்சிஜன் தீயின் மீது நுரைதிரையைத் தோற்றுவிக்கிறது. இது காற்றைப் புகவிடாமல் தடுப்பதுடன் எரியும் பொருளையும் குளிர்விக்கிறது.

நீரைப் பீச்சியடிப்பதற்கும், பாய்ச்சுவதற்கும் பதிலாக மூடுபனி வடிவில் செலுத்துதல் திறப்பாடு மிக்கதொரு முறையாகும். எடுத்துக்காட்டாக, எரியும் எண்ணெயின்மீது நீர் மூட்டத்தைச் செலுத்தினால் அது போர்வையாகித் தீயை மூடுகிறது. மாறாக, நீரைப் பாய்ச்சினால் அது எண்ணெயைச் சின்னஞ்சிறு துகள்களாகச் சிதறச் செய்து, அதன் புறப்பரப்பைக் கூடுதலாக்கி எரிதலை ஊக்குவிக்கிறது. நீர் மேகமூட்டம் தீயின் மீது திரையாகப் படிவதால் தீயணைக்கும் மனிதர்கள் தீயின் மிக அண்மையிலும் நின்று செயல்பட முடிகிறது. நீர் மிக உயர் வெப்பத்தை உறிஞ்சவல்ல தாயினும் (1 கி.கிராம் நீரை 0° C இலிருந்து $1000^\circ C$ க்கு உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்பம் 2.67 மில்லியன் ஜுல்களாகும்) நீரைச் செலுத்தும் விரைவும் நீரைச் செலுத்தும் விதமும் தீ அணைப்பில் முதன்மையான கூறுகளாகும் மூடுபனி வடிவத்தில் நீரைப் பரப்புதல் இத்தேவைகளை நிறைவு செய்கிறது.

தீயணைப்புத் துறையில் நீரைப் பயன்படுத்து வதிலுள்ள சிக்கல்கள் அதன் உறைநிலை, உயர் பரப்பு விசை, குறைந்த பாகுத்தன்மை ஆகியவையாகும். இதன் விளைவாக எரியும் அமைப்பினுள்ளே ஊடுருவும் ஆற்றல் குறைவாகவுள்ளது. புறப்பரப்புச் செயலிகளைச் (surfactants) சேர்த்துப் பரப்பு விசையைக் குறைத்தால் இக்குறைபாடு நீங்கும். நீரைக் கூழ்மமாக்குவதற்காக அம்மோனியம் சல்ஃபேட், அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட் ஆகியனவும் சில கரிமப் பொருள்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன. அம்மோனியம் உப்புகள் தீ எதிர்க்கும் இயல்புடையனவாதலால் காட்டுத் தீயைக்கூட இக்கரைசலால் அணைக்க முடியும். $CaCl_2$, K_2CO_3, CH_3COOK போன்ற உப்புகள் நீரின் உறைநிலையைக் குறைக்கின்றன. $CaCl_2$ நீரின் உறைநிலையை - 40 °C குறைக்கவல்லது. நிரப்பிய பீச்சுகள் (loaded streams) எனப்படும் இக்கரைசல்கள் குளிர் நிலங்களில் பயனாகின்றன. நீர் தளும்பாமல், துள்ளாமல், சிதறாமல் சீராகப் பாய்வதற்குப் பாலி எத்திலீன் ஆக்சைடுகள் கலக்கப்பட வேண்டும்.

நுரை வடிவிலான நீரிய தீ அணைப்பிகளில் அமிலத்தன்மை கொண்ட ஓர் உட்கூறும், காரத்தன்மை கொண்ட ஓர் உட்கூறும் இடம் பெற்றுள்ளன. அலுமினியம் சல்ஃபேட், சோடியம் பைகார்பனேட், ஒரு புரத வகை நுரை நிலைப்பி (foam stabiliser) ஆகியன கலக்கப்படுகின்றன. புரதப்பொருள் மீன் தூள், கொம்பு, குளம்புத் தூள் ஆகியவற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. ஃபுளூரோ புரதங்கள் என்பனவும் இவ்வகையில் சிறந்தவையாகும். (AFFF - aqueous film forming foam) படலம் உருவாக்கும் நீரிய நுரை எனும் தொகுப்பு வகை, பரப்புச் செயலி (syndet) எனும் ஃபுளூரின் சேர்மம், குளிர்வித்தல் வாயிலாகவும், எரியும் பரப்பின்மீது படலத்தை உருவாக்குவதன் மூலமாகவும் செயல்படுகிறது. நீரைவிட அடர்த்தி குன்றிய நீர்மங்கள் எரிதலைத் தடுக்க இப்பொருள் சிறந்தது. எரியும் அமைப்பிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்வீச்சிலிருந்து அண்மையிலுள்ள மனிதரையும், பொருள்களையும் பாதுகாப்பதற்கு இம்முறை ஏற்றது. சமையல் எரிவளிமங்கள் போன்ற குறைந்த கொதிநிலை கொண்ட நீர்மங்களின் எரிதலைத் தணிக்க இந்நுரைமுறை பொருந்தாது. சோடியம்,

பொட்டாசியம் போன்ற உலோக வகைத் தீ, மின்சுற்றில் தோன்றும் தீ ஆகியவற்றை அணைக்கவும் இந்நுரை ஏற்றதன்று.

நீர்மமாக்கப்பட்ட வளிமங்கள். இவ்வகைத் தீ அணைப்பிகளுள்முதன்மையானவை கார்பன் டைஆக்சைடும் ஹாலான்களும் (halons) ஆகும். முன்பே கூறப்பட்டமைபோல், பல தீக்களுக்கு நீரைப் பயன்படுத்த இயலாது. மின் அமைப்புகளில் தோன்றும் தீயைத் தணிப்பதற்கு நீரைப் பயன்படுத்தினால் தீயைவிடப் பெருங்கேடு நிகழக்கூடும். இங்கு உலர்ந்த CO_2 பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. CO_2 எரியாது; எரிதலை ஊக்குவிக்காது; வினைத்திறனற்றது; எளிதில் கிடைக்கிறது. செலவினம் இல்லை; மின் அமைப்புகளைப் பாதுகாக்கவும் ஏற்றது. CO_2 காற்றைவிடக் கனமானதாகையால், தரையில் பரவும்; சுரங்கத்தினுள் தோன்றும் தீயை அணைப்பதற்குச் சிறந்தது. இதே காரணத்தால் மிக உயர்ந்த திறந்த வெளியில் CO_2ஐத் தீ அணைப்பியாகப் பயன்படுத்துதல் கடினமாகும். காற்று விரைவாக அடிக்கும்போது CO_2ஐத் தாழ் பகுதிக்குத் தள்ளிவிடும். நீர்ம தொட்டியில் சேமித்து மூடிவைக்கப்படுகிறது; இதிலிருந்து சிறிய தீ அணைப்பிகளுக்கு மாற்றி நிரப்பலாம். பெரிய தொழில கங்களில் CO_2 நிரப்பப்பட்ட பல உருளைகள் வரிசையாக இணைக்கப்பட்டு, உயர் அழுத்தத்தில் எப்போதும் நிரப்பப் பட்டுள்ளன. சில நிறுவனங்கள் CO_2 மிகுந்துள்ள அனல் வளிமத்தைத் (flue gas) தீ அணைப்பியாகப் பயன்படுத்துகின்றன. இதே போன்று உயர் அழுத்தக் கலங்களிலிருந்து வெளிப்படும் நீராவியையும் பயன் படுத்தலாம்.

CO_2ஐப் பயன்படுத்துவதில் சில சிக்கல்களும் உள்ளன. போக்கிடம் குறைவாகவுள்ள பகுதிகளில் CO_2 பயன்படுத்தக்கூடாது; ஏனெனில், தீயணைப்புத் தேவைப்படும் CO_2இன் செறிவு (30-80%) மிகக் கூடுதலாகவுள்ளமையால் அங்கு மனிதரும் கால்நடையும் நடமாட முடியாது. அழுத்தக் கலன்களும், தாழ் வெப்பநிலைப் பராமரிப்பும் இன்றியமையாத் தேவையாகின்றன.

ஹாலான்கள் எனப்படும் ஹாலோஜன் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள் தீ அணைப்புத் துறையில் முன்னணிப் பொருள்களாகும். பைரீன் என்னும் வணிகப் பெயர் கொண்ட CCl_4 கார்பன் டைஆக்சைடை விட 3.5 மடங்கு கனமானதால், அதன் ஆவிப் போர்வைத் தீயைக் காற்றிலிருந்து முழுதுமாகத் தனிப்படுத்துகிறது. காற்றில் 5% அளவுக்குக் கலந்திருந்தாலும் செயல்திறன்மிக்கது. பெட்ரோல் வகைத் தீயை அணைப்பதற்கு CO_2ஐவிட CCl_4 திறன்மிக்கது. ஹாலான்கள் எண்குறியீட்டு முறையில் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இக்குறியீட்டின் அடிப்படையில் கார்பன் 1. ஃபுளூரின் 2. குளோரின் 3.புரோமின் 4 எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. ஹைட்ரஜனுக்கு எண் குறியீடு இல்லை. சான்றாக, CH_2ClBr என்னும் சேர்மத்தின் குறியீடு 1011. CF_2ClBr=1211; CCl_4=104. இறுதியில் வரும் 'O' எழுதப் படுவதில்லை. ஹாலான்களில் இடம்பெறும் ஹாலோஜன்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் சில சிறப்பியல்புகள் உள்ளன. ஃபுளூரின், சேர்மத்தின் நிலைப்புத்தன்மையையும் கொதிநிலைத் தாழ்வையும் ஏற்றுகிறது; குளோரின், தீ எதிர்க்கும் ஆற்றலை உயர்த்துகிறது; புரோமின், குளோரினைப் போன்ற இயல்புகளைக் கூடுதலான அளவில் கொண்டுள்ளது. ஹாலான்கள் வேதி அரிப்புத் தன்மையோ, தேய்க்கும் தன்மையோ கொண்ட எச்சங்களை உருவாக்குவதில்லை. இவை மின் கடத்தாப் பொருள்கள் என்பது கூடுதல் நன்மையாகும். குளோரோ சேர்மங்கள் நச்சுத்தன்மை மிக்கவை. CCl_4 மட்டுமன்றி, எரிதல் விளைபொருளான பாஸ்ஜீனும் ($COCl_2$) மரணம் விளைவிக்கும் பொருளாகும். ஃப்ரியான்கள் நச்சுத்தன்மை குறைந்தவை.

சிறு தீ விபத்துகளைத் தடுக்க ஒரு சில வாளிகளில் மணல் வைத்திருந்தால் போதும். அடுக்களையில் ஏற்படும் தீயை உப்பைத் தெளித்துத் தணிக்கலாம். சுரங்கங்களில் கல் தூளைத் தூவித் தீயை அணைத்தல் வழக்கத்திலுள்ளது. ஒரு புது உத்தியில் எரியும் எண்ணெயை அணைப்பதற்கு எண்ணெயின் அடிப்பகுதியில் காற்றைச் செலுத்திக் கலக்க வேண்டும். இதனால் குளிர்ந்த எண்ணெய் மேலெழும்பி எரியும் எண்ணெயை உட்பக்கம் தள்ளுகிறது. இம்முறை பயன் மிக்கதாக உள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது.

காட்டுத் தீயை அணைப்பதற்குச் சோடியம் கால்சியம் போரேட், சோடியம் பைகார்பனேட் ஆகியன பயன்படுகின்றன. தீயை எதிர்க்கும் வண்ணப் பூச்சுகள், தீயில் எரியாத் துணிகள் ஆகியனவும் தீயணைப்பு அமைப்புகளேயாகும்.

தீயணைப்பின் இயங்கு முறை நன்கு அறியப்பட்டுள்ளது; எனினும், மற்றைய பைகார்பனேட்டுகள் தீயணைப்புத் திறனுடைத்திருக்கையில், அம்மோனியம் பைகார்பனேட் மட்டும் தீயை அணைக்காமையையோ, பாஸ்ஃபேட்டுகளுள் அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட்டுகள் மட்டும் தீயணைப்பிகளாக உள்ளமையையோ பற்றிச் சரிவர அறியப்படவில்லை. தீயணைப்புப் பொருள்கள் யாவுமே தனித்தியங்கு உறுப்புகளால் மட்டுமே செயல்படுகின்றன என்பது நன்கு தெளிவாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தீ எதிர்ப்பு

கண்ணாடி,கல்நார், அரமிட் (aramid) தவிர்த்த பிற இழைகள் யாவும் தீயில் எரியக்கூடியவை. கள்பளி, மோடக்ரிலிக் போன்றவை இயல்பாகவே ஓரளவு தீ எதிர்ப்புத் தன்மைப் பெற்றுள்ளன. நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், பாலி ஒலி∴பீன் போன்ற செயற்கை இழைகள் தீயில் உருகி, மணிகளாகச் சிதறி விழுகின்றன.

துகில் பொருள்களுக்குத் தீ எதிர்ப்புத் தன்மையை ஏற்றுவதற்கு மூன்று அணுகுமுறைகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டன. அவை: தீ எதிர்ப்பு வேதிப்பொருள் பூச்சு, இழைத் திருத்தம், தீப்பற்றா இழைத் தயாரிப்பு என்பனவாகும்.

தீ எதிர்ப்பு வேதிபொருள்களில் டிரிஸ் (2,3 - டைபுரோமோ பாஸ்∴பேட்) என்பது மிகப் பரவலாகப் பாலி எஸ்ட்டர், அசெட்டேட் ஆகிய துணிகளுக்குப் பூச்சாகப் பயன்படுத்தபபட்டது. துணிமீது இப்பொருளை ஒற்றிப் பின்பு சூடேற்றி உட்புகுத்துவர். குழந்தைகளின் படுக்கைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட இப்பூச்சு ஒரு புற்றுநோய்த் தோற்றியாக அறியப்பட்டமையால் தடை செய்யப்பட்டது.

டிரிஸ் செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகளுக்கேற்ற பூச்சு இல்லை எனத் தெரியவந்ததும் கரிமப் பாஸ்∴பரஸ் சேர்மங்கள் இத்துறையில் பயன்படலாயின. டெட்ராகிஸ் (ஹைட்ராக்சி மெத்தில் பாஸ்∴போனியம் குளோரைடு (THPC), சல்∴பேட் (THPS) தனித்தோ, யூரியா, டிரை எத்தனாலமின் மெத்தில் ஈதர் ஆகியவற்றுடன் கலவையாகவோ வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இப்பாஸ்∴போனியம் உப்புகளை நடுநிலையாக்கி THPOH என்னும் பொருளை உருவாக்கி, அம்மோனியாவுடன் வினைப்படுத்திப் பல்லுறுப்பியாக்கிப் பருத்தியின்மீது படிவாக்கலாம். இப்பொருள் துணியின் வலிமையைப் பாதிப்பதில்லை.

பொதுவாக, லேசான துணிகளைத் தீ எதிர்ப்பு வகையாக மாற்றுவது கனமான துணிகளுக்குத் தீ எதிர்ப்புத் தன்மைய ஏற்றுதலைவிடக் கடினமாகும். லேசான துணிக்கு இப்பூச்சைக் கூடுதலாக அளித்தால் துணி விறைப்பாகி உடுத்துவதற்குக் கடினமேற்படுத்துகிறது. பாஸ்∴போனியம் சேர்மங்களால் திருத்தப்பட்ட பருத்தித் துணிகளை ஆக்சிஜனேற்றப் பொருளால் கழுவ வேண்டும். இதனால் P (III) சேர்மம் P (IV) சேர்மமாக மாறி நிலைக்கிறது; நெடியும் குறைகிறது. கூடாரத் துணிகளுக்கு ஆன்டிமணி ஆக்சைடு, ஹாலோகார்பன் பூச்சு சிறந்தது.

இழைத்திருத்த முறையில் நூற்புக்கு முன்பாகவே நூற்புக் கரைசலில் சில வேதிப்பொருள்கள் கலக்கப் படுகின்றன. இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் இழைகளுள் சில நூலாக்கத்தில் சிக்கல்களை உருவாக்குகின்றன சொரசொரப்பாக இருப்பதுடன், ஒளிப்பாதிப்பு, சாயம் நீங்குதல் ஆகியனவும் உள்ளனவாக அறியப்பட்டுள்ளது. அக்ரிலிக் பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகள் இவ்வகைத் திருத்தத்திற்கு ஏற்றவையாகும். தொகுப்பு இழைகள் உருவாக்கும்போதே தீ எதிர்ப்புத் தன்மையைப் புகுத்துதல் மூன்றாம் உத்தியாகும்.

நோமேக்ஸ் என்னும் அரமிடு வகை இழை, மோடக்ரிலிக்குகளில் பல வடிவங்கள், நோவோலாய்டு, தார்னெல் என்னும் கிரா∴பைட் இழை பாலிபென்சிமிடசோல், கார்டெலின் என்னும் PVC-PVA- ஒட்டுக் கலப்பின இழை, லீவில் என்னும் PVC இழை ஆகியன இவ்வகையில் பயன்மிக்கவை எனக் கண்டறியப்பட்டுத் தீயணைப்புப் படையினரின் சீருடையாகவும், தொழிற்சாலைத் துகில்களாகவும், திரைச் சீலைகளாகவும் தக்கவையெனப் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். Kirk-othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Wiley-Interscience, 1983.

தீக்கனல்

இது வளிம ஊடகத்தில் உருவாகும் வினையுறு அலை. இம்முகப்பு அலை வினைப்படுபொருளில் நுழைய, வினை விளைபொருள்கள் வெளியேறுகின்றன. நீர்ம, திண்மத் துகள்களும் சுடரில் நுழையலாம். திண்மப்பொருள்கள் சுடரிலிருந்து வெளிவந்தால் அதைப் புகை எனலாம். சுடரிலிருந்து வெப்பத்துடன் ஒளியும் வெளியாகிறது.

சுடரின் சீரான, பரவும் திசைவேகம் தீச்சுடர் விரைவு (flame speed) எனப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு எரிம-காற்று விகிதத்தைப் பொறுத்தது. சுழிப்பு நிலை நிலவும்போது, அழுத்தக் குழிகள் தோன்றினால் வினையுறு கலவையுள் சுடர் விரைவாகப் பாய்கிறது. சுடர், வளிம கலவையினுள் உடனே பரவினால், எரியாத வளிமக் கலவையின் வெப்பநிலை அதன் இயல்பான தீப்பிடிக்கும் வெப்பநிலையை விட உயர்ந்து கலவை வெடித்துவிடும். ஓர் எரிம-காற்றுக் கலவையில் எரிம-காற்று விகிதம் ஏற்ற வரம்புக்குள் இருந்தால் மட்டுமே தீச்சுடர் தானே பரவும் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும். சுடரின் பரவும் விரைவும், நீர்ம-காற்றுக் கலவையின் விரைவும் சமமாக இருந்தால் மட்டுமே சுடர் நிலைத்து நிற்கும். சுடரின் விரைவு குறைவாக இருந்தால் சுடர் எரி சுடர் கருவியிலிருந்து தனித்து மேலெழுந்து அணையும். அறையில் எரிமத்தின் செறிவு

கூடும்.(ஹைட்ரோகார்பன் எரிமங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை). சுடரின் விரைவு மிகக்கூடுதலாக இருப்பின் (ஹைட்ரஜன், நிலக்கரி வளிமம் முதலியன) சுடர் எரிம-காற்றுக் கலவையுள் நுழைந்து எரியும். சுடரின் பெரும வெப்பநிலையைக் கணக்கிடுதல் எரிதலில் விளைவாகும் வெப்பம் எரிதலின் விளையும் வினை விளைப் பொருள்களைச் சூடேற்றுவதற்குப் பயனாகும் என்னும் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது.

எரிமத்துடன் ஆக்சிஜனோ, ஆக்சிஜனேற்றியோ கலந்துள்ள சுடர் சாதாரண வகையாகும். ஓசோனைப் போன்ற மூலக்கூறுகள் சிதைவுறுவதால் தோன்றும் சுடர் மற்றொரு வகையைச் சார்ந்தது. அனைத்து எரிதல் நிகழ்ச்சிகளுமே தீச்சுடரைத் தோற்றுவிப்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, நிலக்கரி, மரக்கரி ஆகியன எரிகையில் சுடரின்றி அனலை மட்டும் தோற்றுவிக்கின்றன.

ஈதர் ஆவியையும் ஆக்சிஜனையும் மெல்லச் சூடேற்றினால் ஒரு சுடர் தோன்றுகின்றது. இதனைக் குளிர்ந்த சுடர் (cold flame) என்பர். இச்சுடரிலும் சிறிது வெப்பம் உள்ளது. விரவல் இயக்கத்தில் இச்சுடர் சாதாரண சுடர் வகையிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளது. இச்சுடரின் ஒளியின் அடிப்படை, வேதி ஒளிர்வு (chemiluminiscience)எனும் தோற்றப்பாடு ஆகும்.

-மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

தீக்காணி

தீப்பொறியின் அறிகுறி தெரிந்தவுடனேயே ஒலி எச்சரிக்கையை நீர்த் தெளிக்கும் அமைப்பையோ ஏதேனும் தீத்தடுக்கும் முறையையோ முடுக்கிவிடவல்ல கருவி தீக்காணி (fire detector) எனப்படும். அறிவியல் அடிப்படையில் இரு ஒரு வெப்பநிலை உணர் கருவியாகும்.

நீர் அல்லது தீ அணைக்கும் நீர்மத் தெளிப்பான்கள் எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவைகளால் (eutectic alloys) மூடப்பட்டுள்ளன. தீயினால் தோன்றும் வெப்பநிலை உயர்வில் உலோக அடைப்பான் உருகி அதன் விளைவாக அடைத்து வைக்கப்பட்டுள்ள தீத்தடுப்புப் பொருள் வெளிவருகிறது.

தீ எச்சரிக்கை அமைப்புகள் தற்போது விரிவுபடுத்தப் பட்டுள்ளன. இவற்றுள் ஒன்று வெப்பநிலைக் காப்பான்கள் (thermostats) ஆகும். வெப்பநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்பை எட்டியவுடன் இவை இயங்கத் தொடங்குகிறது அல்லது வெப்பநிலை உயர்வு வீதம் ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்திற்கு மேல் செல்லும்போது இயங்குகிறது.

புகைக் காணி (smoke detectors), மென்மயிர்த் தோல் சேமிப்புக் கிடங்கு, விமானப் பயணிச் சாமான் அறை ஆகிய இடங்களில் பயனாகிறது. இவ்வறைகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ள ஒளிமின்கலத்திம் மீது விழும் ஓர் ஒளிக் கற்றையின் பாதையில் புகை மண்டலம் குறுக்கிடும் போது இக்காணி செயல்படுகிறது.

ஒளி நிறமாலையில் வெப்ப வகையைச் சார்ந்த அகச் சிவப்புக் கதிர்களால் தூண்டப்படவல்ல ஒளிஉணர் கருவி (photosensing device) தீயின் தோற்றுவாயிலேயே வெப்ப நிலை உயர்வைக் கண்டுபிடித்து இயங்குகிறது. இதனால் ஒரு நொடியில் தீ அணைக்கும் அமைப்பு இயக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, விமானத்தின் எரிபொருள் கலத்திலேயே தீக்காணியையும் தீத்தடுப்புக் கருவியையும் அமைக்க முடிகிறது.

- மோ. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தீட்டாச் சார்புகள் (கணிதம்)

சிக்கல் சார்புகளின் ஓர் அடிப்படைப் பிரிவாக விளங்குவது காலமுறைச் சார்புகளாகும். ஒவ்வொரு Z இன் மதிப்புக்கும் $f(z) = f(z+\omega)$என்பது உண்மையானால் $f(x)$ என்பதைக் காலமுறைச் சார்பு என்று குறிப்பர். இந்நிலையில் $\omega(\ddagger\ 0)$ என்பது $f(z)$ இன் காலவட்டம் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக $f(z)=\text{Sin } z$ என்னும் சார்பின் காலவட்டம் $\omega=2\pi$ ஆகும். ஏனெனில் $f(z+2\pi)=\sin(z+2\pi)=\sin z=f(z)$ மேலும் $f(z)$ ஒரு காலவட்டம் w எனில் அதன் முழு எண் மடங்கு nw உம் ஒரு காலவட்டம் என்பதை அறியலாம். இத்தகைய ω-ஐ $f(z)$ இன் அடிப்படைக் காலவட்டம் என்பர். ஒரே ஓர் அடிப்படைக் காலவட்டம் கொண்ட சார்பு தனிக்கால வட்டச்சார்பு என்றும் இரண்டு அடிப்படைக் காலவட்டங்கள் கொண்ட சார்பு நீள் வட்டச்சார்பு என்றும் குறிக்கப்படும். காலவட்டச் சார்புகளில் மிக இன்றியமையாதவை நீள் வட்டச் சார்புகளாகும். ஏனெனில் மற்றச் சார்புகளுக்கு இராத சில சிறப்புப் பண்புகளை நீள்வட்டச் சார்புகள் பெற்றுள்ளன.

ஒரு நீள்வட்டச் சார்பின் அடிப்படைக் கால வட்டங்கள் ω, ω_2 என்லாம். $0, \omega_1, \omega_2, \omega_1+\omega_2$ ஆகிய நான்கு புள்ளிகளைத் தன் உச்சிகளாகக் கொண்ட இணைகரம் காலவட்ட இணைகரம், எனப்படும். சிக்கல் தளம் முழுவதுமாக ஒரு நீள்வட்டச் சார்பைப் பற்றி ஆராய விரும்பினால், தளத்தில்

உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிடத்தும் அதைப் பற்றி ஆராய வேண்டும் என்பதில்லை. மாறாகக் காலவட்ட இணைகரத்திலுள்ள புள்ளிகளில் மட்டும் அச்சார்பைப் பற்றி ஆராய்தல் போதுமானதாகும். ஏனெனில் காலமுறைத் தன்மையைப் பயன்படுத்திச் சிக்கல் தளம் முழுவதுமாக அப்பண்பை விரிவுபடுத்திக் கொள்ளலாம்.

சில சார்புகள் தாமே நீள்வட்டச் சார்புகளாக இராவிடினும் பல புதிய நீள்வட்ட சார்புகளை உருவாக்க அவை உதவக்கூடும். அத்தகைய சார்புகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை தீட்டாச் சார்புகளாகும். இவற்றைக் கண்டுபிடித்தார் செகோபியன் என்னும் அறிவியலறிஞ ராதலால் அவர் பெயராலேயே இச்சார்புகள் செகோபியன் தீட்டாச் சார்புகள் (Jacobian theta function) எனக் குறிக்கப்படுகின்றன.

தீட்டாச் சார்புகள் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

$$\theta_1(z,q) = 2\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n\, q^{(n+\frac{1}{2})^2}\,\mathrm{Sin}(2n+1)z$$

$$\theta_2(z,q) = 2\sum_{n=0}^{\infty}q^{(n+\frac{1}{2})^2}\,\mathrm{Cos}(2n+1)z$$

$$\theta_3(z,q) = 1 + 2\sum_{n=1}^{\infty}q^{n^2}\,\mathrm{Cos}2nz$$

$$\theta_4(z,q) = 1 + 2\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\, q^{n^2}\,\mathrm{Cos}2nz$$

$|q| < 1$ ஆக இருக்கும்போது வலப்புறம் உள்ள தொடர் ஒவ்வொன்றும் ஓர் ஒருங்கு தொடராகும். மேலும் சிக்கல் தளம் முழுவதுமாக அவை பகுமுறைத் தன்மையுடையன வாயிருக்கும். அடுத்து இவற்றின் கால வட்டங்களைப் பற்றிக் கீழ்க்காணுமாறு அறியலாம்.

$$\theta_1\left(z + \frac{\pi}{2}\right) = \theta_2(z)$$

$$\theta_2\left(z + \frac{\pi}{2}\right) = -\theta_1(z)$$

$$\theta_3\left(z + \frac{\pi}{2}\right) = \theta_4(z)$$

$$\theta_4\left(z + \frac{\pi}{2}\right) = \theta_3(z)$$

மேலும்

$\theta_1(z+\pi) = -\theta_1(z)$ அல்லது $\theta_1(z+2\pi) = \theta_1(z)$

$\theta_2(z+\pi) = -\theta_2(z)$ அல்லது $\theta_2(z+2\pi) = \theta_2(z)$

என்பதை அறியலாம்.

எனவே θ_1 உம் θ_2 உம் 2π ஐக் கால வட்டமாகக் கொண்ட தனிக் காலவட்டச் சார்புகள் ஆகும்.

$$\theta_3(z+\pi) = \theta_3(z)$$

$$\theta_4(z+\pi) = \theta_4(z)$$

என்னும் சமன்பாடுகளிலிருந்து θ_3 உம் θ_4 உம் π ஐக்கால வட்டமாக கொண்ட தனிக் காலவட்டச் சார்புகள் ஆகும். θ_1 ஓர் ஒற்றைச் சார்பாகும். ஆனால் θ_2 ஓர் இரட்டைச் சார்பாகும். மேலும் $z = 0$ எனில், $\theta_1(z) = 0$ என்பதையும் $z = \frac{\pi}{2}$ எனில் $\theta_2(z) = 0$ என்பதையும் எளிதில் காணலாம். எனவே θ_1, θ_2 இன் சுழிகள் முறையே $z = 0$, ஆகும். இறுதியாகத் தீட்டாச் சார்புகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் நீள்வட்டச் சார்புகள் வருமாறு :

$$\phi_1(z) = \frac{\theta_3^2(0)\,\theta_2^2(z) - \theta_2^2(0)\,\theta_3^2(z)}{\theta_1^2(z)}$$

$$\phi_2(z) = \frac{\theta_3^2(0)\,\theta_1^2(z) - \theta_2^2(0)\,\theta_4^2(z)}{\theta_2^2(z)}$$

$$\phi_3(z) = \frac{\theta_4^2(0)\,\theta_3^2(z) - \theta_3^2(0)\,\theta_4^2(z)}{\theta_1^2(z)}$$

$$\phi_4(z) = \frac{\theta_4^2(0)\,\theta_4^2(z) - \theta_3^2(0)\,\theta_3^2(z)}{\theta_2^2(z)}$$

தீட்டாச் சார்புகளால் தீர்க்கப்படும் வகைக் கெழுச் சமன்பாடுகள் பயன்படு கணிதத்தின் பல்வேறு இடங்களில் வருவதைக் காணலாம். இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கது வெப்பக் கடத்தல் சமன்பாடு ஆகும்.

- எம். அரவாண்டி

தீத் தடுப்புச் சுவர்

தீ விபத்திலிருந்து பொருளழிவு, உயிரழிவு போன்றவை ஏற்படாமலிருக்கத் தீப்பரவாதவாறு கட்டிடச் சுவர்களை அமைக்க வேண்டும். தீ எதிர்க்கும் ஆற்றலுள்ள பொருள்களைக் கொண்டு கட்டடக் கட்டுமானப் பொருள்கள் செய்ய வேண்டும். அதாவது இப்பொருள்கள் தீயினால் ஏற்படும் மிகுந்த வெப்பத்திலும் சிதைந்து உருக்குலைந்து விடாமல் இருக்க வேண்டும். மிகுந்த வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடியதாகவும் அதே நேரத்தில் தீயினைத் தடுக்க நீரை ஊற்றும் போது திடீரெனக் குளிர்ச்சியடைந்து வெடித்துச் சிதறாதவாறும் இருக்க வேண்டும். இத்தகைய பொருள்கள் கிடைப்பது மிகவும் அரிதாகையால் தீயினை நீண்ட நேரம் எதிர்த்து நிற்கப் பல பொருள்கள் உள்ளன. கற்கள் திடீர் குளிர்ச்சியினால் உடைந்து நொறுங்கக்கூடியவை. உள்ளீடற்ற அச்சுச் செங்கல், தள ஓடுகள் ஆகியன எதிர்க்கும் ஆற்றல் உடையவை.

கற்காரையின் தீ எதிர்க்கும் ஆற்றல் அதன் கலவைப் பொருள்களின் தன்மையைப் பொறுத்து அமையும். கற்கள் வெப்பத்தினால் விரிவடைந்தால் விரைவில் உடைசல் ஏற்படும். இரும்பு விரைவில் வெப்பத்தால் விரிவடையும் என்பதால் இரும்பினைச் சூழ்ந்துள்ள காரைப்பகுதி மிகுதியாக இருக்க வேண்டும். சிமெண்ட்-அட்டை, கல்நார், அட்டை முதலியன வெப்பத்தைத் தடுத்து நிறுத்தப் பயன்படுகின்றன.

சுவர்களின் தீத்தடுப்பு ஆற்றலை அதிகரிக்க அதன் பருமன் அதிகரிக்கப்பட வேண்டும். குறைந்த எடை கற்காரை தீ எதிர்ப்பாற்றல் மிகுந்தது. சுவரின் மேற்பூச்சு தீ எதிர்க்கும் ஆற்றலை அதிகரிக்கக்கூடியது. இது உட்புறச் சுவருடன் இணைந்திருக்க வேண்டும்.

சுவர்களுக்கு இடையே அமையும் இடைவெளி தீப்பரவாது தடுக்கும். குறைந்த அளவு பாதுகாப்பு அளிக்கவும் தீ எதிர்க்கும் ஆற்றலைக் கொடுக்கவும் சுவரின் பருமன் குறைந்தது 20 செ.மீ. இருக்க வேண்டும். படிக்கட்டு, உயர்ந்து செல்லும் அறை ஆகியவற்றிற்கு மிகுந்த பாதுகாப்பு அளிக்கப்பட வேண்டும். அவற்றைச் சுற்றிலும் கட்டப்படும் சுவர்கள் மிகுந்த தீ எதிர்க்கும் ஆற்றல் கொண்டிருக்க வேண்டும். மிகுந்த சுமையைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் வெளிச்சுவர் தீயினால் பாதிக்கப்படாத வகையில் கட்டப்பட வேண்டும். ஏனெனில் அதனுடன் இணைந்த பகுதிகளில் தீத் தாக்கும்போது அதனை அணைக்க நீண்ட நேரம் ஆகலாம். அது வரை சுமை தாங்கும் சுவர் உள்ள திறப்புகளைக் குறைத்து இருக்கக்கூடிய திறப்பு துளை போன்றவற்றைத் தகுந்த இரும்புக் கதவுகளாலும் தீ எதிர்ப்புக் கண்ணாடி களாலும் மூட வேண்டும். பன்மாடி அடுக்குக் கட்டங்களில் ஒரு தளத்திலிருந்து மற்றொரு தளத்திற்குத் தீப் பரவதவாறு தக்க பாதுகாப்பு ஏற்பாடுகள் செய்ய வேண்டும். சன்னல்களின் கீழ்ப்புறமும் மேல்புறமும் வெளிப்புறமாக நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பலகைச் சுவர்கள் அமைக்க வேண்டும்.

சுவர், தூண், தளம் கட்டும் தீ எதிர்க்கும் ஆற்றல் மிகுந்த பொருள்களைப் பயன்படுத்தித் தேவையான பருமன் அமையுமாறு கட்ட வேண்டும். பொருள்களின் பருமனுக்கேற்ப அவை தீயின் வெப்பத்தைத் தாங்கி நிற்கக்கூடிய காலமும் அதிகரிக்கும்.

செங்கல், களிமண் பொருள்கள் 6 செ.மீ. பருமன் இருந்தால் ஒரு மணி நேரமும் 8.5 செ.மீ. பருமன் இருந்தால் 4 மணி நேரமும் தீயை எதிர்த்து நிற்கும். கற்காரை, ஓடு ஆகியவை 4.செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 1 மணி நேரம் தீயை எதிர்த்து நிற்க வல்லன. கற்தூளும் ஜிப்சமும் கலந்த கலவைப் பொருள்கள் 2 செ.மீ பருமனில் இருந்தால் 1 மணி நேரமும் 6 செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 4 மணி நேரமும் தீயின் வெப்பத்தைத் தாங்கக்கூடியவை. சிறந்த தரமுள்ள சிமெண்ட் கற்காரை 2.5 செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 1 மணிநேரமும் 5 செ.மீ. பருமனிலிருந்தால் 4 மணி நேரம் தீயை எதிர்த்து நிற்கும். தரம் குறைந்த கற்காரை இரும்பு வலையுடன் கட்டப்பட்டிருக்கும்போது 4 செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 1 மணி நேரமும் 7 செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 4 மணி நேரமும் தீயை எதிர்த்துத் தாங்கும்.

செங்கல், கற்காரை, மணல், சுண்ணாம்பு ஆகிய வற்றினால் கட்டிய சுவர்கள் மேல்பூச்சுப் பூசாமலிருந்தல் 10 செ.மீ. பருமன் கொண்ட சுவர் 1 மணி நேரமும், 20 செ.மீ. பருமன் கொண்ட சுவர் 6 மணி நேரமும் தீயை எதிர்த்து நிற்கும். இடைவெளியுடன் கூடிய சுவராக இருந்தால் 6 மணி நேரம் தீயை எதிர்த்துச் செயல்பட 23 செ.மீ. பருமன் இருக்க வேண்டும். இரும்புக் கம்பியுடன் சேர்ந்த கற்காரைக் கட்டுமானம் 7 செ.மீ. பருமன் இருந்தால் 1 மணி நேரமும் 20 செ.மீ. பருமன் இருந்தால் 6 மணி நேரமும் தீயை எதிர்த்து நிற்கும். துளைகளுடன் கூடிய களிமண் கட்டிகள் 10 செ.மீ.

பருமனிலிருந்தால் 1 மணி நேரமும் 20 செ.மீ. பருமனிலிருந்தால் 2 மணி நேரமும் தீயை எதிர்த்து நிற்கும். நல்ல கற்களால் கட்டப்பட்ட கற்காரைக் கட்டிகள் 21 செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 4 மணி நேரமும் தரமில்லாத கற்களால் கட்டப்பட்ட கற்காரைக் கட்டிகள் 21 செ.மீ. பருமனில் இருந்தால் 1 மணி நேரமும் தீயை எதிர்த்து நிற்கும்.

- ஏ. எஸ். எஸ். சேகர்

தீத் தடுப்பு முறைகள்

தீயை அணைப்பதற்குப் பல்வேறு உத்திகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றுள் எரியும் பொருள்களைக் குளிர்வித்தல் (cooling), தீயில் மந்த வளிமங்களைக் கலந்து ஆக்சிஜன் விகிதத்தைக் குறைத்தல் (dilution) தீப்பரவுதலைத் தடுக்க எரிபொருள்களைப் பட்டினியிடல், எரியும் பொருள்களில் காற்றுப் புகாமல் மூடி மறைத்தல் (smothering), தீ அனலினுள் பரவி மிதக்கும் தனித்த அணுத்திரள்களைக் (free radicals) கட்டுப்படுத்துதல் என்பன தீயணைப்பு முறைகளாகும்.

தீயின் தன்மைக்கேற்றவாறு அணைக்கும் முறைகளும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. எ-டு : மக்னீசியம் எரியும்போது நீருடன் கீழ்க்காணுமாறு வினைபுரிகிறது.

$$Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$$

மேற்காணும் சமன்பாட்டின்படி நீரிலுள்ள ஆக்சிஜன், மக்னீசியம் எரிவதற்குப் பயன்படுகிறது. வெளிப்படும் ஹைட்ரஜன் காற்றுடன் சேர்ந்து எரிந்து நீராவியாக மாறும். இந்த நீராவியே மக்னீசியத்தை மேலும் எரியச் செய்கிறது. வினை அதன் வேதிப் பண்புகளை மட்டும் பொறுத்ததன்று. இதனைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம். அதிக அளவுள்ள எரியும் மக்னீசியத்தின் மீது குறைந்த அளவுள்ள நீரைத் தெளித்தால் எரிதலின் வினை கூடுதலாகும். அதே நேரத்தில் குறைந்த அளவுள்ள எரியும் மெக்னீசியத்தின் மீது அதிக அளவுள்ள நீரைத் தெளித்தால் தீ அணைந்துவிடும்.

எனவே இதிலிருந்து தீயணைக்கும் முன் எரிதலில் ஈடுபட்டுள்ள பொருள்களின் வேதிப் பண்புகளோடு அப்பொருள்களின் கலவை விகிதம், பருமன், வெப்பநிலை போன்ற இயற்பியல் பண்புகளையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும் என்பது புலனாகிறது. தீயின் வகைக்கேற்ற தீயணைப்பான்களைத் தேர்ந்தெடுப்பது இன்றியமையாதது.

நீர். தீயை அணைப்பதற்கு உதவும் மிகச் சிறந்த ஒரு குளிர்வூட்டுப் பொருள் நீராகும். தீயின்மீது நீரைத் தெளிக்கும்போது நீர் வெப்பத்தை உறிஞ்சி ஆவியாகிவிடுகிறது. நீராவியின் அடர்த்தி காற்றின் அடர்த்தியை விடக் குறைவாக உள்ளமையால் நீராவி உடனுக்குடன் மேலேழுந்து தீச் சுடரைக் குளிர்விக்கிறது. இதனால் வெப்பம் தணிந்து தீ அணைகிறது. இதே போன்று நுரைக்கும் தன்மையுள்ள பொருள்களை நீருடன் கலக்கும்போது அதில் தோன்றும் நுரைகள் தீயைப் பரவவிடாமல் மூடி எரிபொருளுக்குக் காற்று கிடைக்காதபடிச் செய்து விடும். இதனையே எரிபொருள் பட்டினியிடல் என்பர். அதாவது தீயினுள் காற்றுப் புகுதல் தடுக்கப்பட்டு எரிதலின் வேகம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. தற்போது தீயணைப்புத் துறையில் எளிதில் பாய்ந்தொழுகும் நுரைப்பொருள் (free-flowing foam) வகைத் தீயணைப்பான் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.

அடர்த்தி குறைந்த எண்ணெய் போன்ற பொருள்கள தீப்பற்றி எரியும்போது அவற்றை அணைப்பதற்கு அடர்த்தி மிக்க நீர் பயன்படாது. ஏனெனில் எண்ணெய் எப்போதும் நீர் மேல் மிதப்பதால் தீ தொடர்ந்து எரியும். எனவே எண்ணெய்ப் படலம் தீப்பற்றினால் நுரைப் பொருளைப் பயன்படுத்தி தீயை அணைக்கலாம்.

மேலும் தீயணைப்புக் கருவிகளைக் குளிர் பகுதிகளில் பயன்படுத்தும்போது நீருடன் சேர்க்கப்படும் பொருள்கள் உறையும் தன்மை அற்றவையாக இருத்தல் வேண்டும். பொதுவாக இத்தகைய சூழ்நிலையில் கால்சியம் குளோரைடு பயன்படுகிறது.

நீரைப் பயன்படுத்தும் தீயணைப்புக் கருவிகள் சோடா அமில வகை, அழுத்த வகை எனப் பகுக்கப்படும். இக்கருவிகளை எடுத்துச் செல்வது எளிது.

முதல் வகைத் தீயணைப்பான் கலத்தினுள் சோடியம் பை-கார்பனேட் நிரப்பப்படுகிறது. அதன் மேற்பாகத்தில் கந்தக அமிலச் சிமிழ் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தேவைப்படும்போது இந்தச் சிமிழை ஊசியினால் குத்தி உடைத்திட அமிலம் சோடியம் பை கார்பனேட் உப்புடன் கீழ்க்காணுமாறு வேதிவினை புரிந்து கார்பன் டை ஆக்சைடு உண்டாகும். அழுத்தமுற்ற கார்பன் டைஆக்சைடு பீச்சுக் குழல் வழியே நீரை வெளியேற்றும்.

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + CO_2$$

இரண்டாம் வகையில் தீயணைப்பான் கலனுக்குள் நீர் மட்டும் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். நீருக்கு மேற்புறத்தில் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீர்மம் நிறைந்த சிமிழ் பொருத்தப்பபட்டிருக்கும்.

முதல் வகையைப் போலவே தேவைப்படும் கார்பன் டை ஆக்சைடு வளிமம் நீரைப் பீச்சுக் கூம்புகளுக்கு மிகு விசையுடன் வெளித் தள்ளுவதால் தீ அணைக்கப்படுகிறது.

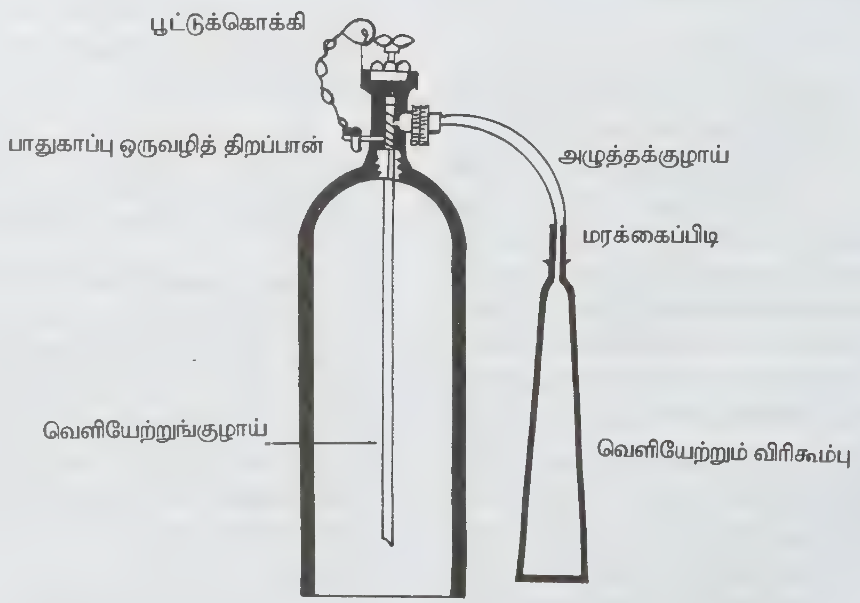
தீயை அணைப்பதற்கு முதல் உதவியாகச் சில மந்த வளிமங்கள் பயன்படுகின்றன. இதில் கார்பன் டை ஆக்சைடைத் தேவைப்படும்போது உற்பத்தி செய்து கொள்ளவும் தேக்கி வைத்துக் கொள்ளவும் முடியும். மேலும் இவ்வாறு சேகரித்து வைக்கப்படிருக்கும் கார்பன் டை ஆக்சைடுடன் சில நுரைதரும் பொருள்களைச் சேர்க்கும் போதும் தீப் பரவுதலைத் தடுக்க முடிகிறது.

கார்பன் டைஆக்சைடு. தீயை அணைப்பதில் பாதுகாப்பாகவும் திறன் மிக்கதாகவும் கார்பன் டைஆக்சைடு பயன்படுகிறது. இது தீயைப் பரவ விடாமல் தடுக்கும் மிகச் சிறந்த போர்வையாகவும் (blanket) செயல்படுகிறது. கார்பன் டை ஆக்சைடு காற்றைவிடக் கனமாக உள்ளமையால் தரையோடு பரவிப் படர்ந்து தீயினுள் காற்றுப் புகுந்துவிடாமல் தடுத்துவிடுகிறது.

வளிமப் பொருள்கள் தீப்பிடித்தால் கார்பன் டை ஆக்சைடு தீயணைப்பானைப் பயன்படுத்தலாம். எரி பொருள் வளிமம், காற்று ஆகியவற்றுடன் கலந்து எரிகலவை விகிதத்தைக் குறைத்துவிடுகிறது. இதனையே நீர்த்துவிடச் செய்தல் (dilution) என்பர்.

மின்னாற்றலால் எழும் தீயில் நீரை முதலில் பயன்படுத்துவது பேரிடர் தரும். தொழிற்சாலைகளில் மின்னாக்கி தீப்பற்றிக் கொண்டால் முதலில் கார்பன் டை ஆக்சைடு தீயணைப்பானைப் பயன்படுத்தித் தீயை அணைக்க வேண்டும். உடனடியாக மின் இணைப்புகளைத் துண்டித்து விட்டு மின்பொறியினால் சுற்றிலுமுள்ள கருவிகளில் தீப்பற்றியிருந்தால் அதனை நீர் ஊற்றியோ, நுரை தூவியோ அணைக்க வேண்டும். கார்பன் டை ஆக்ஸைடு தகுந்த கலன்களில் நீர்மநிலையில் அடைக்கப்படும்.

இவ்வாறு அடைக்கப்பட்ட வளிமங்களின் அழுத்தம் ஏறத்தாழ 800 பவுண்டு செ.மீ.^{2} 900 பவுண்டு செ.மீ.^{2} வரை இருக்கும். கலன்களில் கசிவு ஏற்படாதவாறு வளிமங்களை அடைக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் நிரப்பப்பட்ட கலன்களின் எடையைச் சரிபார்த்து வருதல் வேண்டும். இதன் மூலம் கசிவு ஏற்படுவதை எளிதில் கண்டறியலாம். இவ்வாறு கார்பன் டைஆக்சைடு உயர்



படம் 1. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு தீயணைப்பான்

அழுத்தங்களில் கலனுக்குள் அடைக்கப்பட்டாலும் நடைமுறையில் மிகப் பெரிய கலன்களைப் பயன்படுத்துவதில்லை. மாறாகச் சிறிய கலன்களையே பயன்படுத்துகிறார்கள். எளிதாகக் கைகளினால் எடுத்துச் செல்லத் தகுந்த குறைந்த எடை அளவு கொண்ட கார்பன் டை ஆக்சைடு கலன்கள் குறுகிய நீளக்குழாய்களையும், கூம்புக் குழாய் ஒன்றையும் கொண்டிருக்கும்.

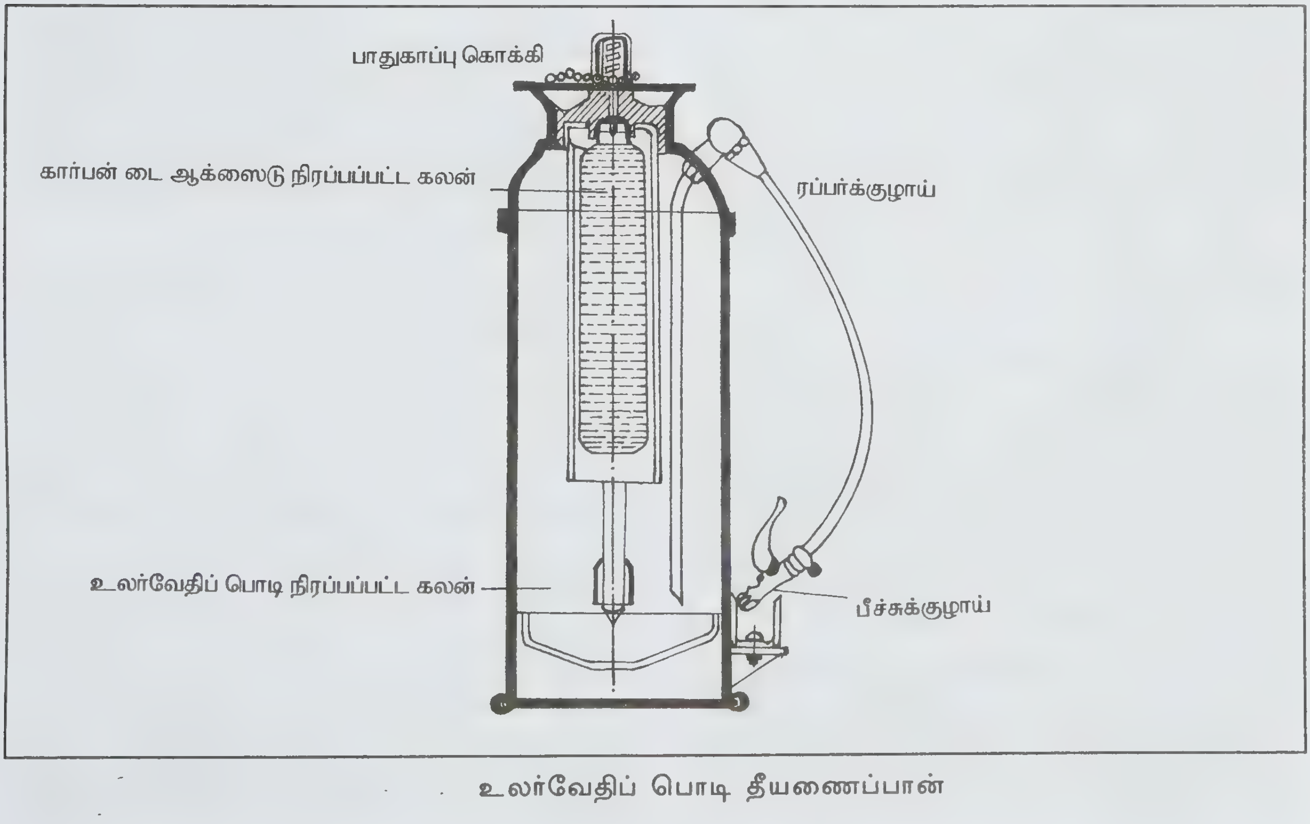
சிலவகைத் தொழிற்சாலைகளில், தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் வளிமங்களையே தீயை அணைப்பதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்வாறு வெளியேறும் வளிமங்களைப் பயன்படுத்தும்போது அவை குளிர்வித்துத் தூய்மையாக்கப்பட்ட நிலையில் இருக்கும். அது போலக் கொள்கலனில் உள்ள நீராவியையும் தீயை அணைக்கப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இவ்வாறு நீராவியைப் பயன்படுத்துதல் மிகவும் குறைந்த அளவிலேயே நடைமுறையில் காணப்படுகிறது.

உலர் வேதிப் பொடி. இவ்வகையில் சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் பைகார்பனேட் மிகுதியாகக் கலந்த உலர் மாவுத்தூளே பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுகிறது. இத்தகைய மாவுத்துகள்கள் இயற்கையாகவோ, அழுத்தத்தினாலோ கட்டியாகி விடாத வகையில் இருக்க வேண்டும். இத்தகைய பொடிகளின் செயல்கள் மூன்று அடுக்காக நடைபெறுகின்றன. முதல்படியாக இவ்வேதிப் பொடி சிதைந்த கார்பன் டைஆக்சைடு, நீராவி ஆகிய தீயணைப்பு வளிமங்களை உற்பத்தி செய்கிறது.

சோடியம் பைகார்பனேட்டிலிருந்து இவ்வளிமங்கள் உருவாகும் விதத்தைப் பின்வரும் வேதிவினை மூலம் விளக்கலாம்.

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

இவ்வேதிவினைக்குத் தீயினால் உமிழப்படும் வெப்பமே துணைபுரிகிறது. இரண்டாம் நிலையில் இத்துகள்கள் எரியும் பொருளைக் குளிர்விக்கின்றன. மூன்றாவதாக, தீ மேலும் பரவாமல் இருக்க எரிவினைப் பொருளாகச் சோடியம் கார்போனேட் உப்பு தீப்பற்றாத சாம்பலாக அதன் மீது ஒரு படலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் உலர் வேதித் தீயணைப்பான்கள் குறிப்பாகச் சோடியம் பைகார்போனேட் சிறிய அளவில் ஏற்படும் தீ விபத்துகளுக்கு மிகவும் ஏற்றதாகும். இந்த உப்பு, நச்சுத்தன்மை அற்றது. இது வீட்டில் சமையலுக்குப்



உலர்வேதிப் பொடி தீயணைப்பான்

பயன்படுத்தப்படும் சோடா கலவை ஆகும். அதோடு பயன்பாட்டிற்குப் பிறகு தீயணைக்கப்பட்ட இடத்தையும் கருவிகளையும் கழுவித் தூய்மைபடுத்துவதும் எளிதாகிறது.

உலர் பொடி. உடன் தீப்பற்றக்கூடிய சோடியம், மக்னீசியம், அலுமினியம், துத்தநாகம் போன்ற உலோகங்களில் உண்டாகும் தீ மிகு வெப்பமுடையது. இவ்வகை உலோகத் தீயை அணைப்பதற்கு உலர்பொடி (dry powder) பயன்படும்.

பொதுவாகச் சோடியம், பொட்டாசியம், பேரியம் சேர்மங்களின் கலவையான இந்த உலர்பொடியைத் தீயின் மீது தெளித்தால் தீ அணைந்துவிடும். ஏனெனில் இந்தப் பொடி உலோகத்தின் மீது உருகிப் படர்ந்து தீப்பற்றாத சாம்பலாகப் படிவதால், உலோக எரிபொருள் காற்றில்லாமல் ஆறி அணைத்துவிடும்.

இந்திய விண்வெளியாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பதிப்புரிமையும் பெற்றுள்ள ISRO-DP எனும் உலர்தூள் உலோகத் தீ மட்டுமன்றி எண்ணெய்ப்படாத தீயையும் அணைக்க வல்லது.

ஹாலோஜெனேற்றப்பட்ட ஹைட்ரோ கார்பன்கள். இவ்வகைக்குக் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடினை எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம். வளிமத்தில் இடம்பெறும் இதன் முதன்மைச் செயல்பாடு, வெப்பத்தினால் ஆவியாகித் தீயின்மீது ஆவிபோன்ற போர்வையை ஏற்படுத்தித் தீப் பரவுதலைக் கட்டுப்படுத்துவதாகும். இது கார்பன் டைஆக்சைடைவிட மூன்றரை மடங்கு அடர்த்தி மிகுந்ததாகும். இதனால் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு திறன் மிக்க அணைப்பானாகச் செயல்படுகிறது.

சில சமயம் ஹாலோஜன்களின் ஆவி அளவு, காற்றில் 4.5 சதவிகிதத்திற்கும் குறைவாக இருக்குமாயின், தீயை அணைப்பது கடினமாகும். அதாவது சிறிய அளவில் எரிதலுக்குத் துணை புரிந்துவிடும். எனவே, இவற்றின் ஆவி அளவு எப்போதும் கூடுதலான விகிதத்திலேயே இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆனால் மண்ணெண்ணெய் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் தீயை அணைப்பதற்குக் குறைந்த அளவு ஹாலோஜன்களைப் பயன்படுத்தினாலே போதும்.

கார்பன் டெட்ரா குளோரைடுகளைத் தவிர வேறு சில ஹாலோஜன் பிணைந்த ஹைட்ரோ கார்பன் அணைப்பான்களும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாகக் குளோரோ புரோமோ மெத்தேன் என்னும் வேதிப் பொருளைக் கூறலாம். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு CH_2ClBr ஆகும். மேலும் ஃபுளோரின் கலந்த ஹைட்ரோ கார்பன்களும் உள்ளன. தற்போது நடைமுறையில் பயன்படுவது ஃபிரியான் 1301 என்பதாகும். புரோமா டிரை ஃபுளூரோ மெத்தேன் எனப்படும் இதன் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு CF_2Br மற்றும் ஃபிரியான் 1211 எனும் ஹாலோனின் வேதிம மூலக்கூறு CFBrCl. இது புரோமோ குளோரா டைஃபுளூரோ மெத்தேன் எனப்படுகிறது.

மேற்கூறிய அனைத்து வேதிப்பொருள்களிலும் சில முக்கிய குறைபாடுகளும் இருக்கிறது. அதாவது இவை சற்று நச்சுத் தன்மை கொண்டவை. குறிப்பாக ஆவியான கார்பன் டெட்ரா குளோரைடை மனிதன் சுவாசிக்க நேரிட்டால் நினைவற்ற நிலைமை ஏற்படும். இதனால் தீயுள் சிக்கிய மனிதன் தப்பிச் செல்ல முடியாத நிலை உருவாகும். அதேபோன்று கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு தீயின் மீது பட்டு, தீயுடன் உண்டாகும் வேதிவினை மூலம் வெளியாகும் ஆவி மிகவும் நச்சு தன்மை கொண்டதாகும். இதில் ஃபாஸ்ஜின் என்னும் வேதிப்பொருள் கலந்திருக்கும். கார்போனைல் குளோரைடு எனப்படும் இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $COC\ell_2$ ஆகும். இந்த வளிமம் மரணத்தை ஏற்படுத்தும் அளவுக்கு நச்சுத் தன்மை மிக்கதாகும். அதனாலேயே இவ்வகை ஹாலோன் தீயணைப்பான்களைத் தற்போது கையாளுவதில்லை.

கையிலெடுத்துச் செல்லத்தகும் சில தீயணைப்பான்களும் அவற்றை அடையாளம் காண்பதற்குரிய நிறக்குறியீடுகளும் கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தீயணைப்புக் கருவியின் வெளிப்புறத்திலும் வரையப்பட்டிருக்கும் நிறக் கோட்டினைக் கண்டறிந்து அதனுள் இருக்கும் தீயணைப்பானை இனங் காணலாம்.

தீயணைப்பான்	நிறக்குறி	அணைக்கும் தீ வகை
நீர்(சோடா அமில வகை)	நீலம்	A-வகை
நுரை வகை	பழுப்பு நிறம்	B -வகை
கார்பன் டைஆக்சைடு	மஞ்சள்	C,E வகைகள்
உலர் தூள்	வெள்ளை	D - வகை
உலர் வேதிப்பொடி	கறுப்பு	B,C வகை

சிறிய அளவில் ஏற்படும் விபத்துகளுக்குத் தீயினைப் பரவ விடாமல் தடுத்துவிட வேண்டும். அதற்குத் தீயினுள் காற்றுப் புகாவண்ணம் செய்து விட வேண்டும். பிறகு மேலே விளக்கிய ஏதேனும் ஒரு முறையைப் பயன்படுத்தித் தீயை

அணைக்க வேண்டும். வீடுகளில் ஏற்படும் தீ விபத்துகளின் போது குறிப்பாக, ஒரு மனிதன் அணிந்துள்ள உடைகளில் ஏற்படும் தீயை அணைப்பதற்குக் கம்பளி விரிப்புகளைப் பயன்படுத்தி அணைத்தலே சிறந்த வழியாகும். அதாவது தீப்பற்றியவரின் உடலில் கம்பளத்தைக் காற்றுப் புகாதவாறு சுற்றிப் போர்த்தித் தீயினை அணைக்க வேண்டும். நீரை அவர் மீது ஊற்றித் தீயினை அணைக்க முயலக்கூடாது. ஏனெனில் நீர் தீக்காயங்களைப் புண்ணாக்கிக் கொப்புளமாக்கிவிடும். சமையல் அறைகளில் உள்ள ஸ்டவ் அடுப்புகளில் ஏற்படும் விபத்துகளுக்கு உப்பு மற்றும் சில சோடியம்பைகார்போனேட்டுகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். மேலும் அறையினுள் சிறிய அளவில் தீப்பிடித்தால், உடனடியாக ஒரு வாளியளவு மண்ணைத் தூவினாலே போதுமானது. மரச்சாமான்கள், துணி முதலியன தீப்பற்றினால் தேவையான அளவு நீரூற்றித் தீயை அணைக்கலாம்.

- கே.ஆர்.கோவிந்தன்

தீப்பற்று இயக்கங்கள்

கனற்கலத்தின் எரிகலவையில் கனற்சியை உண்டாக்க முதன்மையானது அதன் தீப்பற்று நிலையே. அழுத்தத் தீப்பற்றுப் பொறியினுள் வீச்சுடன் உள்ளிழுக்கப்பட்ட காற்றும் விசையுடன் பீற்றி நுண் துகளாக்கப்பட்ட எரிபொருளும் கலந்து அழுத்தமுற்றுத் தீப்பற்றுதல் மூலம் கனற்சி தொடங்குகிறது. தீப்பற்றுப் பொறியினுள் எரிகலவை கனற்சிக்கு ஆயத்தமானதும் மின்பொறிச் செருகினால் (spark plug) ஏற்படும் மின்பொறி தீப்பற்றுதலை உண்டாக்கிக் கனற்சியைத் தொடங்குகிறது.

மின் தீப்பற்றுதலுக்குத் தேவையானவை. எரிகலவையிடையே தீப்பற்றுதலை உண்டாக்குவதற்கு 4000-10000 V மிகு மின்னழுத்தம் தேவைப்படும். இந்த ஆற்றலை ஏற்படுத்துவதற்காக மின் இயக்கம் மூலம் குறை மின்னழுத்த மின்கல அடுக்கு (low voltage battery), எரிபற்றுதல் உண்டாக்க வேண்டியிருந்தால் மின்னாக்கி (generator), தன்னகமாக உள்ள மிகு மின்னழுத்த இயக்கியின் சுற்றுகள், காந்தநிலைத் தீப்பற்று கருவி (magneto ignition) ஆகியன தேவை. எனினும், மின் பொறிக்கனலை ஏற்படுத்துவதற்கான மிகு மின்னழுத்தம் பொறியினுள் ஏற்படும் அழுத்தம், மின்பொறிச் செருகில் உள்ள மின்முனை இடைவெளி, மின்பொறிச் செருகியின் வெப்பநிலை, எரிபொருள் கலவை விகிதம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே அமையும்.

பொதுவாகக் காற்று அல்லது பிற வளிமங்களை இடையே கொண்டுள்ள இரு முனைகளுக்கிடையே மின்னோட்டப் பாய்வு ஏற்பட்டால் மின்பொறி உண்டாகிறது. இம்மின்னோட்டம் அயனிகளினால் (ions) நிகழ்கிறது. மின்முனைகளுக்கிடையே உள்ள வளிமங்கள் முதலில் அயனியாக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். இயல்பான வளி மண்டல அழுத்தத்தில், காற்றும் பிற வளிமங்களும் மின்னோட்டத்திற்கு மிகு அளவு தடையை ஏற்படுத்துகின்றன. அழுத்த நிலை உயரும்போது மின்தடையும் உயருகிறது. மேலும், காற்றை இடையே கொண்டுள்ள மின்முனைகளுக்கிடையே மின்னழுத்தம் ஊட்டப்படும்போது, காற்றும் மின் தகைவிற்கு (electrical stress) உள்ளாகிறது. இந்தத் தகைவும், மின்னழுத்தத்தை ஒட்டி உயருகிறது. இவ்வாறு, காற்றிலுள்ள மின் தடைக்கு ஈடாக இத்தகைவும் உயர்ந்து கொண்டிருக்கும். மின் தடை விஞ்சப்படும் அளவிற்கு மின்னழுத்தம் உயரும் கணப்பொழுதினில் மின்பொறி ஏற்படுகிறது.

இந்தக் காற்றுத் தடையை விஞ்சுவதற்கு, ஏறத்தாழ 3000V மின்னழுத்தம் இருக்க வேண்டும். ஆனால் காற்றின் அழுத்தம் உயரும் போது மின்தடையின் அளவும் கூடும். பொறியின் இயல்பான இயக்கத்தில் வெப்பாலையினுள் உள்ள அழுத்தத்தின் அளவு, குறுவழிக் கதவின் திறப்பு ஆகியன பொறியின் சுழல் வேகத்தைப் பொறுத்து அமையும். குறுவழி முழுதும் திறந்த நிலையில், பெருமளவில் எரிகலவை உள்ளமையால் அழுத்தமும் மிகையாக இருக்கும். எனவே, இந்நிலையில் மின் பொறியை ஏற்படுத்துவதற்குப் பெருமளவு மிகு மின்னழுத்தம் தேவைப்படும். மேலும், மின் முனைகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி அதிகரித்தாலும் இவ்விடைவெளியில் உள்ள காற்றின் தடையும் மிகுதியாகும். எனவே, இந்நிலையிலும் மின்னோட்டத்தை இடைவெளியில் தூண்டுவதற்குப் பெருமளவு மிகு மின்னழுத்தம் தேவைப்படும்.

மின்முனைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் கனற்சி வளிமங்களின் அடர்த்தி, கனற்கலத்திலுள்ள பிற கலவையின் அடர்த்தியை விடக்குறைவாக இருக்கும். எனவே, மின்முனைகளின் வெப்பநிலை மிகு அளவில் இருந்தால் இடைவெளியில் மின்தடையின் அளவும் உயரும். மேலும் நிறை கலவையைவிடக் குறைகலவை, மின்னோட்டத்திற்கு மிகு தடையை ஏற்படுத்துவதால் மின்முனைகளுக்கிடையே மிகு அளவு மின்னழுத்தம் செலுத்தப்பட வேண்டும்.

மின்கல அடுக்கு தீப்பற்று அமைப்பு. இது மின்சுருள் தீப்பற்று அமைப்பு (coil ignition system) எனவும் கூறப்படும். இவ்வமைப்பில் படத்தில் குறிப்பிட்டுள்ளபடி மின்கல அடுக்கு, தூண்டு சுருள் (induction coil), தொடுகை முனைகள் (breaker Points), மின்தேக்கி (condenser), மின் வழங்கி பங்கீடுக் கருவி (point distributor), மின்பொறிச் செருகுகள்

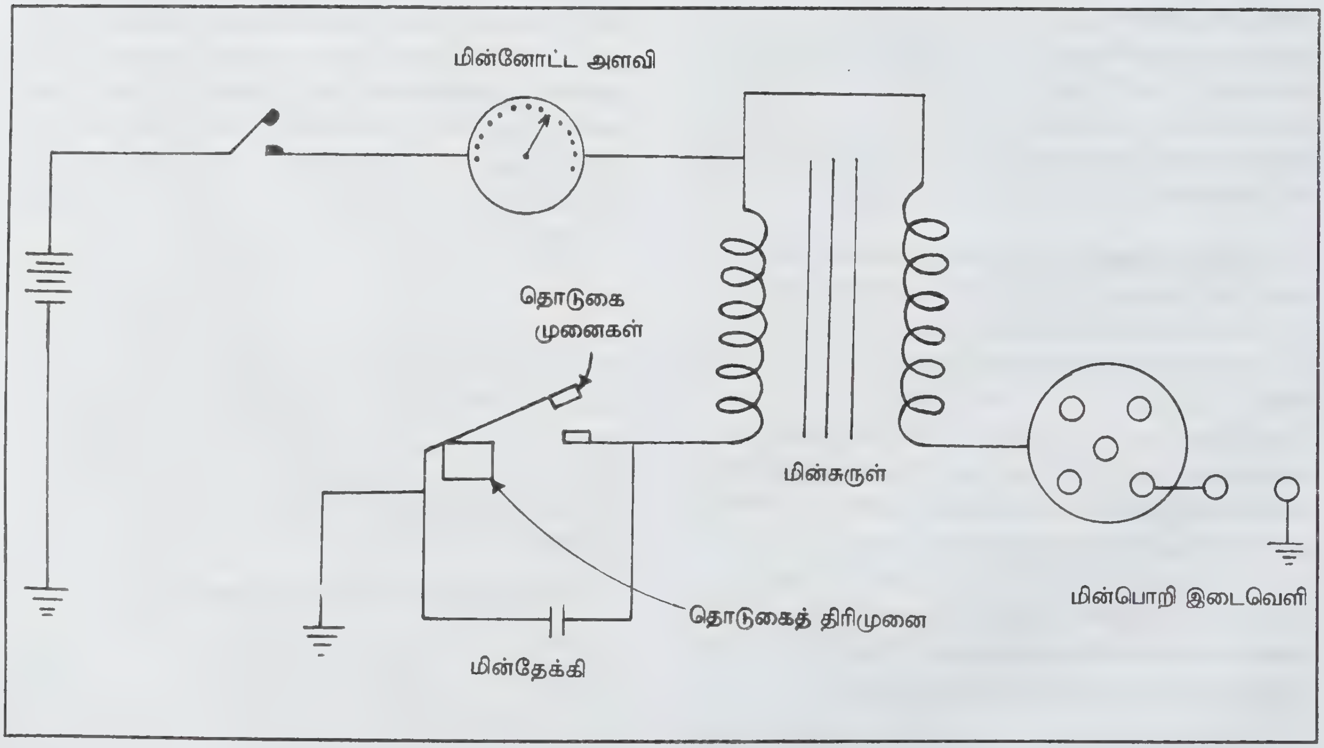
ஆகியவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின் வழங்கி பங்கீட்டு அமைப்பிலேயே மின்தேக்கித் தொடுகை முனைகள், மையவிலக்கு முன்னடைவு வில்லைகள், சுழலி ஆகியவை பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

தூண்டு சுருள். தூண்டியமின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் கருவி தூண்டு சுருள் எனப்படும். நீர் புகா உருளையில் தாமிரக் கம்பியாலான முதன்மைச்சுருணையில் (primary winding) 200-300 சுற்றுகள் உள்ளன. காப்பிடப்பட்ட இக்கம்பிச்சுற்றில் பாயும் மின்னாற்றலினால் நடுவிலுள்ள தேனிரும்புத் தண்டு (soft iron) மின்காந்த ஆற்றல் பெறும். இதைச் சுற்றி மேலுமொரு காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பிச் சுற்று இரண்டாம் வரிச்சுருணையாகச் சுருளில் 15,000-20,000 சுற்றுகள் கொண்டிருக்கும். துணைச்சுருளின் இந்த மிகுதியான சுற்றுகளால்தான் மிகு அழுத்தமுள்ள தூண்டிய மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க முடியும். இவ்வமைப்பின் மின்சுற்று இணைப்பிற்குள்ளானதும் முதலாம் சுருணையில் மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு, தேனிரும்புத் தண்டில் காந்த ஆற்றல் உண்டாகிறது.

இணைப்பு விலகியதும், இம்மின்காந்த ஆற்றல் அழிந்து அதே சமயத்தில் காந்த ஆற்றலின் தனிப்பட்ட இயல்பின் காரணமாகத் துணைச் சுருணையில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இவ்வகை மின்னோட்டம் தூண்டிய மின்னோட்ட வலிமை எனப்படும். முதன்மை சுருணை, துணைச் சுருணை ஆகியவற்றில் உள்ள சுற்றுகளின் விகிதத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் தூண்டிய மின்னோட்டத்தின் அளவும் உயர்ந்து கொண்டேயிருக்கும்.

மின்தேக்கியின் அமைப்பில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேலான மெல்லிய வெள்ளீயத் தரைத் தகடுகளும் அதனிடையே மின் கடத்தாப் பொருள்களும் உள்ளன. எனவே, முதன்மைச் சுருணையில் தூண்டிய மின்னோட்டத்தால் உண்டாகும் மின்காந்தப் புலத்தைக் குறிப்பிட்ட நிலையில் உடன் விலக்கியும், இணைப்பு விலகும்போது மிகு மின்னழுத்தத்தை இரண்டாம் சுருணையில் உண்டாக்கியும் மேற்காணும் முறையில் இணைப்பில் மின்பொறி ஏற்படாவண்ணம் காத்தும் மின்தேக்கி செயல்படுகிறது.

மின் பங்கீட்டு வழங்கியின் அமைப்பும் செயலும். இக்கருவி மின் சுற்றை முழுமை பெறச் செய்வதற்கும், முதலாம் சுற்றில் மின்காந்த ஆற்றல் விலகி, மின் சுற்றைச் சற்றே துண்டிப்பதற்கும் மின்னழுத்தக் கன விசைகளைச் சீரான முறையில் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒவ்வொரு மின்பொறிச் செருகிலும் செலுத்துவதற்கும் பயன்படுகிறது.

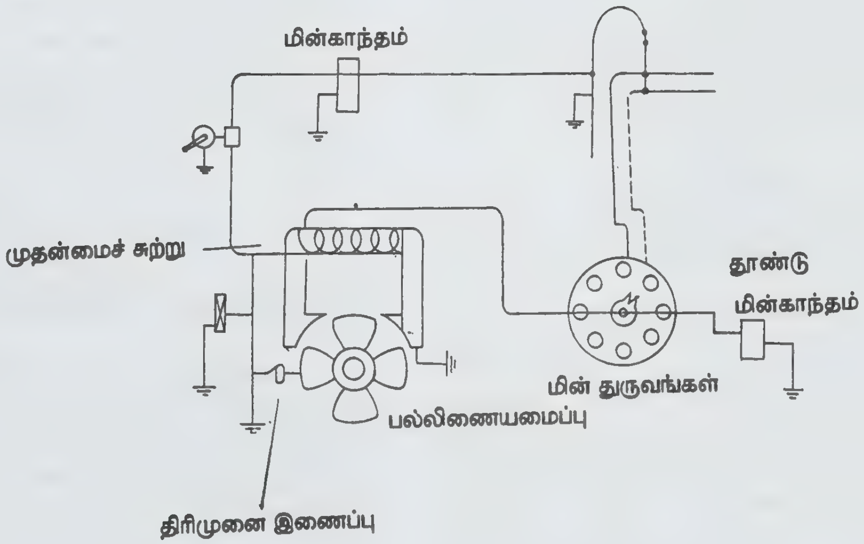


படம் 1. தீப்பற்று இயக்கம்

இதிலுள்ள சுழல் பிடி (rotor arm) மின்னோடிகளுடன் தொடர் இணைப்பிலுள்ளது. இதில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் திரிமுனை சுழலும்போது சுழல் பிடி பொருத்தப்பட்டிருக்கும் சில பகுதிகளைக் கடந்து, முறைப்படி ஒவ்வொரு பகுதியுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்பொறிச் செருகிற்குக் கணக்கீட்டின்படி மின்னழுத்தக் கன விசைகளைச் செலுத்துகிறது. ஒவ்வொரு பகுதியும் முறைப்படி இணைப்பைப் பெறுவதற்குத் திரிமுனையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் மடல்கள் (lobes) பயன்படுகின்றன. இப்பகுதிகள் திரிமுனை, மடல்கள் ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை, பொறியில் அமைந்திருக்கும் வெப்ப உருளைகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும். நான்கு வீச்சுப் பொறியில் இச்சுழலி வளை உருளையின் சுழல் வேகத்தில் பாதி வேகத்தில் சுற்றும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. திரிமுனை மடல்கள் சுழலும்போது குறிப்பிட்டபடி தடைசெய்யும் முனைகள் விலகுகின்றன.

தொடுகை முனைகள். இவை டங்ஸ்டன் அல்லது பிளாட்டினக் கலவைகளால் அமைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிலுள்ள இரண்டு தொடுகை முனைகளில் ஒன்று நிலையானது ; மற்றொன்று இயக்கமுடையது. இரு முனைகளும் முறையே மின்தேக்கியின் மின்னோடிகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

அழுத்த வீச்சில் உந்து தண்டு உச்சி நிலையை நோக்கிச் செல்லும்போது முதன்மைச் சுருணையில் மின்னிணைப்பு நடைபெறுகிறது. அந்நிலையில் மின்கல அடுக்கிலிருந்து மின்னோட்டம் முதலாம் சுருணையின் மின் சுற்றில் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும். எரிகலவை நன்றாக அழுத்தப்பட்டவுடன், பொறியின் திரிமுனையை உருளை, மின் வழங்கியிலுள்ள திரிமுனையின் சிறிய உருளையை இயங்குகிறது. இந்நிலையில் திரிமுனை சிறிய, தொடுகை முனைகளை விலக்கியவுடன், முதன்மைச்சுருணையில் மின்னோட்டத்தால் ஏற்பட்ட காந்தப்புலம் குலைந்துவிடுகிறது. இதன் விளைவாகத் துணைச் சுருணையில் மின்னோட்டம், முதன்மைச் சுருணையில் மின்கல அடுக்கினால் முன்னர் ஏற்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையிலேயே ஏற்படுகிறது. மின்தேக்கியின் தகடுகளிலும் இம்மின்னோட்டம் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. குலையும் காந்தப் புலம் இரண்டாம் சுருணையிலும் குறுக்கிடுவதால் அதில் மிகு அளவு மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. இதன் பின்னர் மின்தேக்கியிலிருந்து வெளிப்படும் மின்னோட்டத்தால் பாய வலிமை (flux strength) குறைந்துவிடுகிறது. மின்னோட்டம், முதன்மைச் சுருணையின் மின் சுற்றில் எதிர்த்திசையில் திருப்பிச் செலுத்தப்படுகிறது. காந்தப்புலம் விலக்கப்படும்



படம் 2. மின்காந்தத் தீப்பற்று அமைப்பு

வேகம், துணைச் சுருணைகளின் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே மின்னழுத்தத்தின் அளவு இருக்கும்.

மின்காந்தத் தீப்பற்று இயக்கம். இவ்வியக்கத் திற்கான முதன்மைக் கூறுகளும் அவற்றின் இணைப்புகளும் படம் 2இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

இவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கவை மின்காந்தத் தொடுகை முனைகள், மின்தேக்கி, தீப்பற்று இணைப்பு (ignition switch), மின் வழங்கி, மின்பொறிச் செருகி இணைப்புகள் ஆகியன.

மின் காந்தத்தில் நான்கு முனைகள் கொண்ட காந்தம், இரண்டு துருவமுனைச் சுருணையில் முதன்மைச் சுருணை, துணைச் சுருணை ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. மின்காந்தம் சுழலும்போது, தேனிரும்புத் தண்டில் பாயவும் காந்தப் பாயம் எதிர்த் திசையில் செலுத்தப்படுகிறது. வட, தென் முனைகள்,நிலைமுனைகளுக்கு ஒப்ப இருக்கையில் பெரும காந்தப் பாய ஆற்றல் சுருள் தண்டில் உண்டாகிறது. காந்தம் சுழலும்போது நிலை முனைகளிடத்தே, மின்காந்த முனைகளின் தன்மை மாறும்போது சுருள் வழிப் பாயப்புலம் (flux field) வேறுபடுகிறது. இவ்வாறு, காந்தப்புலம் ஒன்று விட்ட வகையில் உருவாக்கப்படுவதும், பின்னர் விலக்கப்படுவதுமாக அமையும்போது முதன்மை, துணைச்சுருணைகளில் மின்னழுத்தம் உருவாகிறது. எனினும், மின்பொறிச் செருகில் காற்று இடைவெளியிலிருந்து தடையை விஞ்சுவதற்குப் போதுமான அளவு மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்தும வகையில் பாயததில் (flux) உண்டாகும் மாறுதல்கள் ஆழமாக இல்லை. எனவே, இம்மாறுதலைத் தீவிரப்படுத்தி, இரண்டாம் சுருணையில் மின்னோட்டம் தூண்டப்பட வேண்டும். ஆதலால், தொடுகை முனைகள், மின்தேக்கி ஆகியவற்றின் உதவியால் காந்தப் பாயம் விலக்கப்படும் வீதம் உயர்த்தப்படும்.

மின் காநதச் சுழலியுடன் இணைககப்படடிருக்கும் திரிமுனை ஒன்றினால் தொடுகை முனைகள் இயக்கப்படுகின்றன. தொடுகை முனைகள் இணைந்ததும் முதன்மைச் சுருணையில் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இம்மின்னோட்டத்தின் அளவு உச்ச நிலையை அடைந்ததும், தடை செய்யும் முனைகள திரிமுனையின உதவியால் திறக்கப்பட்டு மின்தேக்கியில் மின்னிறக்கம் (discharge) ஏற்படுகிறது. இதன் பின்னர் மின்தேக்கத்திலிருந்து மின்னோட்டத் தீவிர துண்டிப்பு துணைச் சுருணையில் 10000-20000V மின்னழுத்தம் வரை உண்டாக்குகிறது. இது போதிய அளவில் உள்ளமையால், மின் பொறிச் செருகின் இடைவெளியிலுள்ள தடை நீக்கப்பட்டு மின்பொறி பாய்கிறது.

- கே.ஆர்.கோவிந்தன்

தீப்புண் (கால்நடை)

இது பல வகையில் தோன்றக் கூடும். முதலாம் வகைத் தீப்புண்ணில் முடி, தோல் பாதிக்கப்படல், இரண்டாம் வகையில் மேல்தோல் ஓரளவு அழிக்கப்படல், மூன்றாம் வகையில் மேல்நோக்கி முழுமையாக அழிக்கப்படல், நான்காம் வகையில் தோல் மற்றும் அதன் கீழ்ப்பகுதித் தசை அழிக்கப்படல், ஐந்தாம் வகையில் ஊடுருவிச் செல்வதால் எலும்பும், எலும்புக்குருத்தும் பாதிக்கப்படல் அடங்கும். தீப்புண், பாதிக்கப்பட்ட சில நாள்களில் தோன்றித் தீப்புண் பொருக்கு ஏற்பட்டு மூடியிருக்கும். தீப்புண், காயம் இரண்டும் வலி மிகுந்திருக்கும்போது தக்க மருத்துவம் அளிக்கவில்லையெனில் அதிர்ச்சியால் கால்நடைகள் இறக்க நேரிடும். தீப்புண் கண்ட சிலமணி நேரங்களில் பாதிக்கப்பட்ட தசைகளிலிருந்து உருவாகும் நச்சுத்தன்மை குருதியில் கலந்து உடலில் நச்சுத் தன்மையை உருவாக்கும். தீப்புண் பாதிக்கப்பட்ட தசையாதலால். நோய் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்களை எதிர்க்கும் ஆற்றலையும் அது இழந்துவிடுகிறது.

கால்நடை மருத்துவரை உடனடியாகத் தொடர்பு கொள்ள இயலாத நிலையில் முதலுதவியாகத் தூய கைக்குட்டை அல்லது பருத்தித் துணியில் தேயிலை நீர்ச்சாற்றை நனைத்துத் தீப்புண் மீது பரவலாகப் போடலாம். இந்தத் தேயிலை நீர் தீப்புண்ணிலிருந்து வெளியாகும் நச்சுத்தன்மையைப் போக்கிக் குருதியில் கலக்காமல் பாதுகாக்கிறது. தீப்புண்ணைத் திறந்து வைக்காமலும், சீழ்ப்பிடிக்காமலும் பாதுகாக்க வேண்டும். தேவையான நீரைக் கால்நடைகளுக்கு அளித்தலும் இன்றியமையாதது.

- எஸ்.இராம்பிரசாத்

தீப்புண்ணும் வேக்காடும்

உலர்ந்த வெப்பத்தால் தீப்புண்களும், ஈரமான வெபபத்தால் வேக்காடுகளும் உண்டாகின்றன. சிலபோது சூரியக் கதிர்களும், எக்ஸ் கதிர்வீச்சுகளும், வேதிப் பொருள்களும், மின்தாக்கமும், உராய்வுகளும் மேற்கூறியவற்றை உண்டாக்கலாம். இத்தகைய நோயாளியைப் பேணலாம்.

அதிர்ச்சி. அதிர்சசி உண்டாவதில தாககமுற்ற உடல் பரப்பு முக்கியமாகும். வாலசின் "நியதி ஒனபது" (Wallace's Rule of Nine) உதவி கொணடு தாககமுறற பரப்பை அளக்கலாம்.

சீரடைதல். தீப்புண்களின் ஆழத்தைக் கொண்டு சீரடையும் தன்மையை அளவிடலாம்.

தோலின் ஓரளவான பருமன் தாக்கமடைந்த நிலை, தோலின் முழு மையான பருமன் தாக்கமடைந்த நிலை. இவற்றுள் தோலின் ஆழ் பகுதியில் உள்ள புறத்தோல் (epithelium) உயிரணுக்களிலிருந்து (மயிர்க்கால், செபச் சுரப்பி, வேர்வைச் சுரப்பி) தோன்றி தோல் சீரடைகிறது.

இரண்டாம் வகையில் புறத்தோலில் பொருள்களும் அழிந்து போவதால், சிவந்த கரணைப் பரப்புத் தோன்றி, பெருமளவில் சுருக்கம் (contracture) ஏற்படுகிறது. இதற்கு ஒட்டு அறுவை தேவைப்படுகிறது. தீப்புண்ணின் ஆழத்தை நரம்பு நுனி காணப்படுவதைக் கொண்டு உறுதி செய்யலாம். மிக ஆழமான புண்களில் நரம்பு நுனியும் அழிக்கப்படுவதால், வலி உணர்வு ஏற்படுவதில்லை.

தழும்பு உண்டாதல். தீக்காயங்களில் தழும்புகள் உண்டாவதில்லை. ஆனால் நிறமாற்றங்கள் உண்டாகலாம். ஆழமான தீக்காயங்கள், மிகவும் அருவெறுப்பான தழும்புகளை உண்டாக்கலாம். இதை, ஒட்டு அறுவையால் சரிப்படுத்தலாம். சிலபோது, இறுக்கமாகச் சுருக்கமடைந்த தழும்புகளை அறுவையால் அகற்ற நேரிடும்.

தீக்காயங்களுக்கான மருத்துவம். தீப்புண்கள், வயது வந்தோருக்கு 15%க்கு மேலும், குழந்தைகளில் 10%க்கு மேலும் இருந்தால் டெக்ஸ்ட்ரான்-110 அல்லது பிளாஸ்மாவைச் சிரைவழிச் செலுத்த வேண்டும்.

கொடுக்கப்பட வேண்டிய நீர்ம அளவை (டெக்ஸ்ட்ரான் அல்லது பிளாஸ்மா) ஒரு வாய்பாட்டால் அறுதியிடலாம். மியூர், பார்க்லே ஆகியோர் இணைந்து உருவாக்கிய வாய்பாட்டை ஒரு பங்கீடு (மி.லிட்டரில்) எனலாம்.

$$\text{ஒரு பங்கீடு (மி.லி.)} = \frac{\text{தீக்காயத்தின் மொத்த \%} \times \text{நோயாளியின் எடை (கி.கி.)}}{2}$$

மூன்று பங்கீடுகள் முதல் 12 மணி நேரத்திலும், இரண்டு பங்கீடுகள் அடுத்த 12 மணி நேரத்திலும், எஞ்சிய பங்கீடை இறுதி 12 மணி நேரத்திலும் கொடுக்கலாம். சிலர் ரிங்கர்-லாக் கரைசலையும் டெக்ஸ்ட்ரோசையும் சிரை வழிச் செலுத்துகின்றனர். அப்போது குருதி அழுத்தம், நாடித் துடிப்பு விகிதம், அமைதியின்மை, குருதி ஆய்வு, சிறுநீர் அளவு, குமட்டல், வாந்தி, இரைப்பை உறிஞ்சி போன்ற பல பகுதிகளைக் கணக்கிட வேண்டும். கெடுநிலையின்போது குருதியும் கொடுக்கலாம். 10-20 மி.கி. மார்ஃபியா, சிரை வழியாகக் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

தீப்புண்களுக்குச் சிட்ரமைடு குளோர் ஹெக்சிடின் கரைசல் கொண்டு தூய்மை செய்து, தளர்ந்த தோலை அகற்றி, வேக்காடுகளைக் குத்திவிட வேண்டும். காயத்தைத் திறந்தே வைத்து, பொடுகு உருவாகச் செய்ய வேண்டும். தீக்காயங்களுக்கான கட்டுகள் மூன்று அடுக்குகளில் இருக்க வேண்டும்.

முதல் அடுக்கில் தொற்றெதிர் கரைசல்களான வெள்ளி சல்ஃபடையசின், சல்ஃபாமைலான், ஃபிராமைசிடீன் ஆகியனவும் இரண்டாம் அடுக்கில் பஞ்சு கொண்ட வலைத்துணியும், மூன்றாம் அடுக்கில் உறிஞ்சக்கூடிய, மெல்லிய கம்பளி இழைக் கட்டும் அமைய வேண்டும்.

பொது மருத்துவம்

ஆக்சிஜன் செலுத்துதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. இல்லையெனில் மூச்சுக்குழல் திறப்புச் செய்யலாம். வலியையும், படபடப்பையும் தவிர்க்க மார்ஃபியாவை 10-20 மி.கி. சிரைவழிக் கொடுக்க வேண்டும். உணவில் பெருமளவில் புரதம் இருக்க வேண்டும். நுண்ணுயிரிகளின் வகைகளைப் பொறுத்து நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் (antibiotics) கொடுக்கலாம். உருவாகும் சோகைக்குச் சிரைவழியே குருதி செலுத்தப்பட வேண்டும். கைகால் தீக்காயங்களுக்கு உடனடியாகக் குளிர்ந்த நீரில் இரண்டு நிமிடங்கள் மூழ்குமாறு வைப்பது முதலுதவியாகும்.

- மு.கி.பழனியப்பன்

தீவனச் சேர்மம்

கால்நடை, கோழிகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தையும், தீவனச் செரிமானத்தையும் சீர்படுத்தவல்ல ஊட்டச்சத்தற்ற சேர்க்கைப் பொருள் தீவனச் சேர்மம் (feed additive) ஆகும்.

கால்நடை, கோழிகளின் தீவனத்தில் இவற்றைக் கலந்து அளிக்கும்போது இவை கீழ்க்காணும் ஏதேனும் ஒரு வகையில் அவற்றின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்கின்றன.

அதிக தீவனம் உண்ணச் செய்யும் சேர்மங்கள்

அ. தீவனத்தில் கலக்கப்படும் கொழுப்புப் பொருள் கெடாமல் தடுக்க, பியூட்டிலேற்றப்பட்ட ஹைட்ராக்சி டொலுயீன் (BHT), எத்தாக்சிகுயின் போன்ற சேர்மங்கள் கலக்கப்படுகின்றன.

ஆ. அசைபோடும் கால்நடைகள் இனிப்பு, உவர்ப்புச் சுவையை விரும்பி உண்ணும். எனவே தீவனத்தின் குணம், மணம் ஆகியவற்றை அதிகரிக்கச் சிலவகைச் சேர்மங்கள் பயன்படுகின்றன.

மிகவும் கசப்பான மருந்துகள், புதிய தீவனங்கள் ஆகியவற்றைத் தரும்போதும் இவ்வகைச் சேர்மங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

இறைச்சியின் நிறத்தையும்,தரத்தையும் உயர்த்தும் சேர்மங்கள்

சாந்தோ.ஃபில், ஆர்செனிலிக் அமிலம், சோடியம் ஆர்செனிலேட், ரோக்சார்சான் ஆகிய சேர்மங்கள் கறிக்கோழித் தீவனங்களில் சேர்க்கப்படுவதால் அவற்றின் தோல் எடுப்பான மஞ்சள் நிறமாகத் தோன்றும்.

செரிமானத்தைச் செம்மைப்படுத்தும் சேர்மங்கள்

கிளிஞ்சல்கள், சுண்ணாம்பு ஆகியவை கோழியின் கறகுடலில் தங்கியிருந்து கடினமான தானியங்களை உடைப்பதற்கு உதவுகின்றன.

தாங்கல் கரைசல்கள் (buffers), நடுநிலையாக்கிகள் (neutralizers). அ. கார்போனேட், பைகார்போனேட் ஆவியாகும் கொழுபபு அமிலங்களின் உப்புகள் அம்மோனியம் குளோரைடு போனறவை அசைபோடும் கால்நடைகளின் அசைவு வயிற்றின் அமில காரத்தன்மையை (ruminal pH) சமப்படுத்த உதவுகின்றன.

வளர்ச்சி உற்பத்தியைப் பெருக்கும் சேர்மங்கள்

[illegible] யிரிகள் (probiotic). லேக்டோபெசில்லஸ் [illegible] யிரிகள் தீவனத்தில் சேர்க்கப்படுவதால் [illegible] களின் வளர்ச்சியும் உற்பத்தியும் அதிகரிக்கின்றன.

அ. நுண்ணுயிர் எதிர்ப் பொருள்கள் (antibiotics). ஆக்சிடெட்ராசைக்ளின், பெசிட்ரசின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள் கோழி, பன்றிக்குட்டிகளில் உடல் எடையை அதிகரித்து தீவன மாற்றுத் திறனைச் செம்மைப்படுத்துகின்றன. கன்றுக் குட்டிகளில் வளர்ச்சியுடன் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையும் அதிகரிக்கிறது.

சீரான வளர்சிதை மாற்றத்திற்குத் தேவையான சேர்மங்கள்

ஹார்மோன்கள், கால்நடைகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தை நெறிப்படுத்துகின்றன. ஈஸ்ட்ரோஜன், ஆண்ட்ரோஜன், தைரோகுளோபுலின் ஆகிய ஹார்மோன்களின் பயன்பாடு பல நாடுகளில் தடை செய்யப்பட்டுள்ளது.

உடல் நலம் காக்கும் சேர்மங்கள்

அ. வயிறு உப்புசம் குறைக்கும் காரணிகள் (antibloat agents). போலாக்சிலின் வகைப் பரப்பு இழுவிசையைக் (surface tension) குறைக்கும் மருந்துகள் மேய்ச்சல் கால்நடைகளில் ஏற்படும் வயிறு உப்புசத்தைத் தடுக்கின்றன.

ஆ. பூசணக்காளான் எதிர்ப்பு சேர்மங்கள். புரோப்பியானிக் அமி லம் போன்றவை அதிக ஈரத்தன்மை கொண்ட தானியக் குவியலில் கலக்கப்படுவதால் அஸ்பெர்ஜில்லஸ், பென்சிலியம் வகைப்பூசணகாளான் வளர்ச்சித் தடுக்கப்படுகிறது. கோழிகளில் ஏற்படும குருதிக்கழிச்சல் மற்றும் வயிற்றுப் பூச்சிகளை அழிக்கும் சேர்மங்கள் பிறிதொரு வகையாகும்.

- பா.மோகன்
- அ.நடராசன்

தீவனத் தாவரங்கள்

தீவனப் பயிர்கள். புறகள், சிறுதானியப பயிர்கள். பயறு வகைத் தீவனப் பயிர்கள், தீவனமரங்கள் என பு[illegible] நால்வகைப்படும். தீவனப்பயிர்கள் உயர் விளைச்சல் கொடுக்கக் கூடியனவாகவும், போதிய ஊட்டச்சத்துள்ளன வாகவும், தட்ப வெப்ப நிலைகளிலும் மண் வகைகளிலும் மிகுந்த பயன் கொடுக்கக் கூடியனவாகவும், பூச்சி மற்றும் நோயால் பாதிக்கப்படா தனவாகவும் இருக்க வேண்டும். புற்கள் மற்றும் சிறு தானியப் பயிர்களில் மாவுச்சத்து மிகுதியாகவும் பயறு வகை மற்றும் தீவன மரங்களில் புரதச்சத்து, சுண்ணாம்புச்சத்து, மணிச்சத்து, தாதுப்பொருள்கள் மிகுதியாகவும் காணப்படுகின்றன. கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் தீவனத்தில் கால் பகுதி அல்லது மூன்றிலொரு பங்கு புரதச்சத்து மிகுந்திருக்க வேண்டும்.

தீவனப்புற்கள். நேப்பியர் புல், கம்பு, நேப்பியர் ஒட்டுப்புல், கினிப்புல், எருமைப்புல் அல்லது நீரடிப்புல்

ஆகியன இறைவையில் சாகுபடி செய்யப்படுபவை. ரோட்ஸ் புல், ஆஸ்திரேலியப் புல், அருகம்புல் ஆகியன வெப்பப் பகுதிகளில் வளரக்கூடிய புற்களாகும். குளிர் பகுதிகளிலும் மலைப்பகுதிகளிலும் கியூபா புல், இத்தாலி ரை புல், காக்ஸ் புட் புல், அமெரிக்க அதிசயப்புல் ஆகியன பயிரிடக் கூடியனவாகும். இவ்வகைப் புற்கள் பல்லாண்டுப் பயிராக 4 அல்லது 5 ஆண்டுகளுக்கு ஆண்டு முழுதும் பயிரிடக்கூடியவையாகும். இவற்றை ஒன்று முதல் ஒன்றரை மாத இடைவெளியில் அறுவடை செய்யலாம்.

சிறு தானியத் தீவனப்பயிர்கள். சிறுதானியப் பயிர்களில் சோளம், மக்காச்சோளம், கம்பு, ஓட்ஸ் ஆகியவை தீவனத்திற்காகப் பயிரிடப்படுகின்றன. இவை 60-70 நாளுக்குள் அறுவடைக்கு வரும் குறுகிய காலப் பயிர்களாகும். எளிதில் பயிரிடக்கூடிய இவற்றைப் பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்ப்பதன் மூலம் நிலைத்த பசுந்தீவனம் கிடைக்கும். பசுந்தீவனமாகவும் உலர் தீவனமாகவும் இவை பயன்படும். சோளம் இறைவைப் பயிராகவும் மானாவாரியாகவும் பயிரிடப்படும். வளமற்ற நிலங்களிலும் குறைந்த மழைப் பகுதிகளிலும் வறட்சியைத் தாங்கி வளரும். சில வகைகள் தானிய விளைச்சலும் உலர் தீவன விளைச்சலும் கொடுக்கக் கூடியவை. சில வகைகள் பூ வந்தவுடன் பசுந்தீவனமாக அறுவடை செய்யவும் மறுதாம்புப் பயிரைத் தானியப் பயிராக அறுவடை செய்யவும் ஏற்றவை. சில வகைகள் முழுதும் தீவனப் பயிராகவே பயிரிடக்கூடியவை. 2 அல்லது 3 முறை பசுந்தீவன அறுவடை செய்வதற்கேற்றவாறும் உள்ளன. இளஞ் சோளப் பயிரில் ஹைட்ரோசயனிக் அமிலம் என்னும் நச்சுப்பொருள் உள்ளமையால், 50% பூ மலர்ந்த பின்பே அறுவடை செய்ய வேண்டும்.

மக்காச் சோளம் இறைவைப் பயிராக ஆண்டு முழுதும் பயிரிடப்படுகிறது. சுவையான சத்து மிகுந்த இலைகளையும் தண்டுகளையும் கொண்ட இதில் நச்சுப்பொருள் இராமையால் இளம் பயிராகவும் அறுவடை செய்து கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கலாம். ஆனால் ஆண் பூக்கதிர்கள் பூத்த பிறகு பெண் பூக்கதிர்கள் பூத்துத் தானிய மணிகள் பால் பிடிக்கும் தறுவாயில் அறுவடை செய்தால் உயர் விளைச்சல் கிடைக்கும். கம்பு, ராகி, திணை, பனிவரகு ஆகியவை வறட்சியைத் தாங்கக்கூடியவை. ஓட்ஸ், பார்லி ஆகிய பயிர்கள் குளிர் பகுதிகளிலும் மலைப்பகுதிகளிலும் பயிரிடப்படுகின்றன.

பயறுவகைத் தீவனப் பயிர்கள். பயறுவகைத் தீவனங்களிலுள்ள ஊட்டச்சத்து, தீவனப்புற்கள் மற்றும் சிறுதானியத் தீவனங்களில் உள்ளதைப்போல் ஏறத்தாழ இரண்டு மடங்காகும். புரதச்சத்தும் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இவற்றைக் கொடுப்பதால் கால்நடைகளுக்குத் தேவையான பிண்ணாக்கு, தவிடு, உப்பு ஆகிய கெட்டித் தீவனத்தை ஓரளவு குறைத்துக் கொள்ளலாம். இத்தீவனம் சுவையாக உள்ளமையால் கால்நடைகள் மிகவும் விரும்புகின்றன. மேலும் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை வேர் முடிச்சுகளில் சேகரித்து நிலத்திற்கு அளிப்பதால் இது விளை நிலத்தைச் செழிப்பு மிகுந்ததாக்கும்.

பயறுவகைத் தீவனங்களில் மிகவும் முதன்மையானது குதிரைமசால் ஆகும். தீவனங்களின் ராணி எனப்படும் இது தென் ஆசியாவைத் தாயகமாகக் கொண்டாலும் உலகம் முழுதும் பயிரிடப்படுகிறது. கடல் மட்டத்திற்குக் கீழுள்ள சில இடங்களிலிருந்து கடல் மட்டத்திற்கு மேல் 2500மீ. உயரம் வரையுள்ள மலைப்பகுதிகளில் தீவனத்திற்காகப் பயிரிடப்படுகிறது. இது ஒரு மித வெப்பப் பயிரானாலும் வெப்பச் சமவெளிப் பகுதிகளில் குளிர் காலத்தில் நன்றாக வளர்கிறது. இறைவைப் பயிரான இதைத் தொடர்ந்து ஈராண்டுகள் பயிரிடலாம். 25-30 நாளுக்கொருமுறை அறுவடை செய்யப்படும். இதில் 20-25% புரதச்சத்து, 2% சுண்ணாம்புச்சத்து, 0.23% மணிசசத்து உள்ளன. ஒரு மாட்டுக்குப் பெரும அளவாக ஒரு நாளுக்கு 10 கி.கி. தீவனம் கொடுக்கலாம்.

தட்டைப்பயறு, சோயா மொச்சை ஆகியவை 50-55 நாளில் அறுவடைக்கு வரும் குறுகிய காலத் தீவனப்பயிர்கள். இவற்றை அனைத்துப் பருவங்களிலும் ஆண்டு முழுதும் பயிரிடலாம். இறைவைப் பயிராகவும் மானாவாரிப் பயிராகவும் விளங்கும். இதில் 18-19% புரதச்சத்து, 2.13% சுண்ணாம்புச் சத்து, 0.5% மணிச்சத்து உள்ளன.

அவரை, மொச்சை, வெல்வெட், பீன்ஸ் ஆகிய கொடிகள் பசுந்தீவனமாகப் பயன்படும். நரிப்பயிறு, கொள்ளு ஆகியவை வறட்சியைத் தாங்கக் கூடிய தீவனப் பயிர்களாகும். மானாவாரியில் ஹெக்டேருக்கு 15 டன் பசுந்தீவன விளைச்சல் கிடைக்கும். ஏறத்தாழ 12-14% புரதச்சத்தும், 2 2.25% சுண்ணாம்புச் சத்தும், 0.2% மணிச்சத்தும் உள்ளன. சிராட்ரோ, காட்டுக் காராமணி, சென்ட்ரோ, கலபோ ஆகியவை கொடி வகையைச் சேர்ந்த பல்லாண்டுப்பயிர்கள். தரையில் படர்ந்து வளரக் கூடிய இவை, மண்ணரிப்பைத் தடுத்து மண்ணின் ஈரத்தைக் காக்கின்றன. தென்னந்தோப்புகளிலும் கனித் தோட்டங்களிலும் மரங்களுக்கிடையில் இவற்றை வளர்க்கலாம்.

தீவன மரங்கள். தீவன மரங்கள் மழையையும் மண்ணில் இருக்கும் சத்தையும் மட்டும் கொண்டு வளர்வதால் பயிரிடும் செலவு மிகவும் குறைவு. தேவைக்குத்

தகுந்தாற்போல் எப்போது வேண்டுமானாலும் பசுந்தழையைப் பறித்துப் பசுந்தீவனமாகப் பயன்படுத்தலாம். ஏறத்தாழ 100 வகையான மரங்கள் தீவனத்திற்குப் பயன்படும். இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை அகத்தி, சிற்றகத்தி, வேலிமசால், கருவேல், வெள்வேல், குடைவேல் என்பனவாகும்.

அகத்தி மிகவும் விரைவாக வளரக்கூடிய தீவன மரம். இதன் இலை, தண்டு, பூ அனைத்தும் பசுந்தீவனமாகும். இதில் 25% புரதச்சத்து, 2.2% சுண்ணாம்புச்சத்து, 0.3% மணிச்சத்து உள்ளன.

சிற்றகத்தி மிகவும் வறட்சியைத் தாங்கக்கூடிய தீவனமாகும். இதில் 22% புரதச்சத்தும், 1.3% சுண்ணாம்புச்சத்தும் உள்ளன. வேலி மசால் அண்மையில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பசுந்தீவனச் செடியாகும். இது மானாவாரிப் பயிராகவும் இறைவைப் பயிராகவும் வளரும் பல்லாண்டுப் பயிராகும். 40 நாளுக்கொருமுறை அறுவடைக்கு வரும் இதில 19.2% புரதச்சத்து உள்ளது.

வெள்வேல், கருவேல், குடைவேல் ஆகிய மரங்களின் காய்களையும் விதைகளையும் கால்நடைகள் விரும்பியுண்ணும். இவை மானாவாரியாக மேய்ச்சல் நிலங்களில வளர்க்கப்படுகின்றன. ஒரு ஹெக்டேரில் 5-200 மரங்கள் பராமரிககப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மரமும் ஏறத்தாழ [illegible] கி.கி. காய்களைத் தரும்.

மேற்கூறிய தீவனப் பயிர்களைத் தனித்தனியாகப் பயிரிடாமல் கலப்புப் பயிராக பயிரிட்டால் ஒரே நிலத்திலிருந்து ஊட்டச்சத்துள்ள பசுந்தீவனம் கிடைக்கும். புற்களுடனும் சிறுதானியப் பயிருடனும் பயிறுவகைத் தீவனங்களைப் பயிரிடுவதும் தீவன மரங்களிடையே புற்கள், சிறுதானியப் பயிர்கள், பயறுவகைத் தீவனங்களைப் பயிரிடுவதும் ஊட்டச்சததுள்ள பசுந்தீவனம் கிடைக்கச் சிறந்த முறையாகும்.

- சுகன்யா சுப்பிரமணியன்
- இரா.குழந்தைவேலு

துணை நூல் : T.R.Narayanan and et.al, *Crops of India*, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 1972

தீவனப் பகுப்பாய்வு

தீவனத்தின் தன்மையைக் கண்டறிவதற்குத் தீவனம், தீவனச் சேர்மப் பொருள் ஆகியவற்றைப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும். பகுப்பாய்வின் அடிப்படையில் தீவனச் சத்துகளை ஆறுகூ றுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை முறையே ஈரப்பதம், நார்க்கூறு, ஈதர்வழிப் பொருள்கள், சாம்பல், நைட்ரஜன் நீங்கலான கரிம சேர்மப் பொருள் (nitrogen free extracts, NFE) ஆகியனவாகும்.

ஈரப்பதம். தீவனம், தீவனச் சேர்மப் பொருள்களின் ஈரப்பதம், தீவனத்தின் தரத்தையும், பாதுகாப்பையும் பெருமளவில் பாதிக்கும் தன்மையுடையது. ஏறத்தாழ 5 கிராம் அளவு தீவனப் பொருளை எடுத்து மிகத் துல்லியமாக எடையறிந்து 105°C வெப்பத்தில் மூடிய பெட்டகத்தில் (hot air oven) நன்கு உலரும் வரை வைத்திருந்து, பின்னர் எடை பார்த்து ஈரப்பதத்தின் அளவினை அறியலாம். உலர் தானிய வகைகளில் 10% உம், புதிய பசுந்தீவனங்களில் 75% உம் ஈரப்பதம் இருக்கும்.

புரதக்கூறு. நைட்ரஜன் சத்தின் அளவைக் கொண்டே புரதக்கூறு மறைமுகமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. நைட்ரஜன் அளவைக் கண்டறிய 2 கிராம் அளவு தீவனத்தைக் கண்ணாடிக் குடுவையில் செரிக்கச் செய்து நைட்ரஜன் அளவை அறியும் இந்த முறை அதை உருவாக்கியவரின் பெயரிலேயே கெல்டால் முறை எனப்படுகிறது.

நீர்மத்தில் கரையும் பொருள். ஈதரில் கரையும் பொருள்கள் கொழுப்புக்கூறு (crude fat) எனவும் குறிப்பிடப்படுவதுண்டு. இருப்பினும் கொழுப்பு அல்லாத பிற பொருள்களான மெழுகு, நிறமிகள் நீர்மத்தில் கரையும் தன்மையுடையவை.

மாவுப் பொருள்கள் (carbohydrates). இவை நார்க்கூறு தழைச்சத்து நீங்கலான கரிமச் சேர்மப் பொருள் (NFE) என இருவகைப்படும்.

நார்க்கூறு எளிதில் செரிக்க முடியாத பொருளாகையால், அமிலம் காரம் ஆகியவற்றில் தொடர்நது தீவனம் கொதித்தும் செரிக்கப்பட்டு வடிக்கட்டிப் பின் கழிவைக் கணக்கிட்டு அறியப்படுகிறது. இந்நார்க்கூறு அசைபோடும் விலங்குகள் மட்டுமே செரிக்கக் கூடியது. நைட்ரஜன் நீங்கலான கரிமச் சேர்க்கைப் பொருளின் அளவு பகுப்பாய்வில் பெறப்படும் ஏனைய ஐவகை சத்துக்களாகிய ஈரப்பதம், புரதக்கூறு, நார்க்கூறு, ஈதரில் கரையும் பொருள், சாம்பல் ஆகிய 5 கூறுகளின் கூட்டுத் தொகையை 100 இலிருந்து கழித்துப பெறப்படுவதாகும்.

சாம்பல். ஏறத்தாழ 5 கிராம் அளவு தீவனம் முதலில் காற்று வெளியில் சுருக்கப்பட்டுப் பின் 500°C இல் எரியூட்டப்படும்போது, கரிமச் சேர்மப் பொருள்கள் எரிந்து

தாதுப் பொருள்கள் அடங்கிய சாம்பல் மட்டுமே மிஞ்சும்.

இவ்வாறு பகுப்பாய்வு செய்யும் முறை முதன் முதலில் வீயெண்டி என்னும் ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் உருவாக்கப்பட்டமையால் அப்பெயரிலேயே வழங்கப்பட்டு வருகிறது. வீயெண்டி முறையில் புரதக்கூறு மற்றும் மாவுப் பொருள் பகுப்பாய்வில் சில குறைபாடுகள் உள்ளன.

புரதக்கூற்றுப் பகுப்பாய்வில், புரதமில்லாத நைட்ரஜனும் கணக்கிடப்படுவதால் அசை போடாத விலங்குகளுக்கு இந்தக் கணக்கீடு பொருந்தாது. மேலும் இம்முறையில் அமினோ அமிலங்களின் அளவினை அறிய முடிவதில்லை. அதே போல், செரிக்க முடியாத நார்க்கூற்றுப் பொருள்களான லிக்னின் போன்றவை நைட்ரஜன் அல்லாத கரிமச் சேர்மப் பொருள்களின்கீழ்க் கணக்கிடப்படுகின்றன.

எரிபொருள். தீவனத்தின் எரிபொருள் அளவைக் கணக்கிட நன்கு மூடப்பட்ட வெப்பக்கருவியினுள் (bomb calorimeter) தீவனத்தை வைத்து எரியூட்டிடித் தீவனம் வெளியிடும் வெப்பத்தை வைத்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

நச்சுப் பொருள்கள். விலங்குகளுக்குக் கேடு செய்யும் நச்சுப் பொருள்களான பருத்திக்கொட்டையின் காசிப்பால், சுபாபுல் வகையின் மைமோசின் பூசணக்காளான் நச்சு (mycotoxin) போன்றவற்றைப் பகுத்தறிந்து அதன் அளவினைக் கணக்கிட்டு அவற்றினைக் களைந்திடவும் தீவனப் பகுப்பாய்வு உதவுகிறது.

சரிவிகிதத் தீவனத்தைக் கால்நடை, கோழிகளுக்கு அளிப்பதற்கு முன் தீவனப் பொருள்களைத் தனித்தனியாகவோ கலவையாகவோ தீவனப் பகுப்பாய்வு செய்தல் வேண்டும்.

- டி. சந்திரசேகர்

உலர் புல் (hay). அறுவடை செய்யும்போது ஏறத்தாழ 70% ஈரப்பதம் இருக்கும். பசுந்தீவனம் களத்தில் பரப்பி வைக்கப்பட்டு 12-15% மட்டுமே ஈரப்பதம் இருக்குமாறு வெயிலில் நன்கு உலர்த்தப்பட வேண்டும். இந்த அளவிற்கு மேல் ஈரப்பதம் இருந்தால் பூசணத் தாக்கம் ஏற்படும். களை வேர்கள் நீக்கப்பட்ட உலர் புல் மென்மையாகவும் மணமுள்ளதாகவும் இருக்கும். இதில் நார்க்கூறு 25% கூடு மிகாமலும் செரிக்கப்படக்கூடிய மொத்த சத்துக்கள் 45-60% உம இருக்க வேண்டும். உலர் பசுந்தீவனங்களைப் போராக அமைக்கும்போது உயரமான நிழல் அமைந்த பகுதியாக இருத்தல் வேண்டும்.

குழிப்புல். தீவனப்பயிர் பூப்பிடிக்குமுன் அறுவடை செய்து சிறு சிறு துண்டங்களாக வெட்டி வெல்லப்பாகு, யூரியா, சுண்ணாம்புக் கல் போன்ற குழிப்புல் சேர்மங்களை இடையிடையே கலந்து பல அடுக்குகளாகக் குழியில் இட வேண்டும். குழி நிரம்பியவுடன் மண் இட்டுத் தரைக்கு மேல் 15 செ.மீ. உயரம் வரும்படி செய்து பாலிதீன் விரிப்பு கொண்டு காற்றுப் புகாதவாறு நன்கு மூடிக் குறைந்தது 2 அல்லது 3 வாரங்கள் வைத்திருந்து பின் திறந்தால் மணமுள்ள சுவையான தீவனச்சத்து மிகுந்த குழிப்புல் கிடைக்கும்.

குழியில் காற்றுப்புகா நிலையில் தீவனங்களில் இயற்கையாக உள்ள நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் பூசணக்காளான் உயிரிகள் மாவுப் பொருள்களைச் செரித்து லாக்டிக் அமிலம் போன்றவற்றை உருவாக்கி அமில-கார எண் 4.0 என்னும் நிலையை அடையும்போது நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சி தடைப்பட்டுப் பின்னர் தீவனப் பயிர் பாதிக்கப்படாமல் மணம் பெறுகிறது.

- பா. நடராஜன்
- அ. மோகன்

தீவனப் பாதுகாப்பு

கால்நடைகளுக்குத் தேவையான தீவனங்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்கும் காலங்களில் அவற்றைப் பாதுகாப்பாகச் சேமித்து வைப்பதும் வறட்சியான காலங்களில் அவற்றைக் கால்நடைகளுக்கு உணவாகப் பயன்படுத்துவதும் தொன்றுதொட்டு இருந்து வரும் வழக்கமாகும்.

பசுந்தீவனங்களை வெயிலில் உலர்த்தித் தீவனச்சத்து வீணாகாமல் பாதுகாப்பது ஒரு செலவற்ற எளிய முறையாகும். பசுந்தீவனம் ஈரத்தன்மை மாறாமல் குழிப்புல் (silage) முறையிலும் பாதுகாக்கப்படலாம்.

தீவனம்

அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் ஆறுவகை ஊட்டச் சத்துகள் (nutrients) தேவை. இச்சத்துகளை இவ்வுயிரினங்கள் அவை உண்ணும் தீவனத்திலிருந்தே பெற முடியும். உயிர் வாழ்வதற்கும் உடலின் குருதி ஓட்டம், சுவாசம், கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றுதல், உடலின் வெப்பநிலையைச் சீராக வைத்துக்கொள்ளுதல், அன்றாடம் உடலின் பல இடங்களில் உண்டாகும் தேய்மானங்களை ஈடுசெய்தல் ஆகியவற்றிற்கும் உணவு இன்றியமையாதது. இந்தத் தேவையை நிறைவு செய்யப் பயனாகும். தீவனத்தை வாழ்வுத்

தீவனம் (maintenance ration) எனலாம். வாழ்வுத் தீவனத்திற்குக் கூடுதலாக உற்பத்தித் தீவனம் (production ration) தேவைப்படும். இது பால், முட்டை, இறைச்சி போன்ற உணவுப் பொருள்களை மிகுதியாகத் திறம்பட உற்பத்தி செய்யவும் கரு வளர்ச்சிக்கும் பயன்படுகிறது. இன்றியமையாத இத்தீவனங்களில் ஏறத்தாழ 50 ஊட்டச்சத்துகள் தனித்தனியே இருக்க வேண்டும். ஊட்டச்சத்துக்களை கார்போஹைட்ரேட்டுகள், கொழுப்புப் பொருள்கள் (lipids) புரதப் பொருள்கள், தாது உப்புகள், வைட்டமின்கள், நீர் என ஆறு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

மாவுப் பொருள்களான அரிசி, கோதுமை, சோளம், மக்காச்சோளம், கம்பு முதலிய தானிய வகைகளும் மரவள்ளிக் கிழங்கு போன்ற கிழங்கு வகைகளும் அரிசித்தவிடு, கோதுமைத் தவிடு, கடலை போன்ற துணைப் பொருள்களும் கலோரி ஆற்றல் மிகுந்தவை. கால்நடைகளின் தீவனக் கலவையில் இவ்வகைச் சத்துகள் 60-70% சேர்க்கப்படுகின்றன.

கொழுப்புப் பொருள்கள் அவற்றிலுள்ள கலோரி ஆற்றலுக்காகவே தீவனக் கலவையில் சேர்க்கப்படுகின்றன. கார்போஹைட்ரேட்டுகளைவிடக் கூடுதலான கலோரி ஆற்றல் இவற்றில் உண்டு. கொழுப்புச் சத்து மிகுந்த உணவுப் பொருள்களைக் கால்நடைகளும் கோழிகளும் விரும்பி உண்ணும். உடலுக்கு இன்றியமையாத கொழுப்பு அமிலங்கள், பிற உயிர்ச்சத்துக்கள் ஆகியவை இவ்வகை உணவில் மிகுந்திருக்கும்.

புரதப் பொருள்களைத் தாவரப் புரதப் பொருள்கள், விலங்கினப் புரதப் பொருள்கள் என்று இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். இப்,புரதப் பொருள்கள் ஏறத்தாழ 20 அமினோ அமிலங்களை உடல் வளர்ச்சி, கருவளர்ச்சி, பால், முட்டை உற்பத்தி முதலிய பல்வேறு பணிகள் நடைபெறக் கொடுத்து உதவுகின்றன.

கால்சியம், பாஸ்ஃபரஸ், சோடியம், இரும்புச் சத்து, மாங்கனீஸ் போன்ற பல வகையான தாது உப்புகள் எலும்பு, தசைவளர்ச்சி, நரம்பு வளர்ச்சி, குருதி உற்பத்தி, பால் உற்பத்தி முதலியவற்றிற்குத் தேவைப்படுகின்றன.

தீவனக் கலவையில் ஏறத்தாழ 15 வகைத் தாது உப்புகள் இருக்க வேண்டும். வைட்டமின்கள் உடலில் பலவித வேதிச் செய்கைகளை மேற்கொள்ள மிக இன்றியமையாதவை. வைட்டமின் பற்றாக்குறையால் எலும்புத் தொடர்பான நோய்களும் மாலைக்கண் போன்ற பற்றாக்குறை நோய்களும் உண்டாகின்றன.

உணவு செரிக்கவும், செரித்த உணவு குடலில் உறிஞ்சப்பட்டு உடலின் உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படவும், உடலில் உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்களை அவ்வப்போது வெளியேற்றவும், உடலின் வெப்பநிலையைச் சீராக்கவும் நீர் இன்றியமையாதது.

கால்நடைகளிலிருந்தும் கோழிகளிலிருந்தும் அடையக்கூடிய பயனை முழுமையாகப் பெற இவ்வுயிரினங்களுக்குக் கொடுக்கப்படக் கூடிய தீவனக் கலவையில் இதுவரை குறிப்பிட்ட அனைத்து வகை ஊட்டச்சத்துகளும் சரியான அளவில் அமைந்திருக்க வேண்டும். தீவனத்தில் இருக்க வேண்டிய ஊட்டச் சத்துகளின் அளவு, கால்நடைகளின் வகை, வயது, அவற்றின் உடல்நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும்.ஒரு குறிப்பிட்ட இனத்திற்கும் செயலுக்கும் கொடுக்கப்படும் தீவனம் அவ்வினத்திற்கும் செயலுக்கும் உரிய ஊட் டச்சத்துகளைச் சரியான விகிதத்தில் தன்னகத்தே பெற்றிருக்குமாயின் அவ்வசையான உணவு சரிவிகித உணவு ஆகும். இச்சரிவிகித உணவைக் கலப்பு உணவு மூலமே பெறமுடியும்.

கால்நடைகளுக்குத் தீவனம் தயாரிக்கும்போது பலவகை உணவுப்பொருள்களைக் கலத்தல் வழக்கம். தானியங்கள், தவிடு போன்ற துணைப்பொருள்கள், பிண்ணாக்கு, பருப்பு வகை, இறைச்சித்தூள், மீன்தூள், தாது உப்புகள், வைட்டமின்கள் முதலியவற்றை ஒரு குறிப்பிட்ட விகித அடிப்படையில் எந்திரம் மூலம் நன்கு கலந்து தயாரிக்கப்படும் உணவைக் கலப்புத் தீவனம் எனலாம். இத்தீவனம் வேண்டிய ஊட்டச்சத்துகளைப் பெற்றிருக்குமானால் அதனைச் சரிவிகிதக் கலப்பு உணவு எனலாம்.

கால்நடைகளுக்கும் கோழிகளுக்கும் கொடுக்கக்கூடிய உணவுப் பொருள்களை மூன்றுவகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை: அடர் தீவனம் (concentrate), கூள உணவுப் பொருள்கள் (roughage),சேர்க்கை உணவுப்பொருள்கள் (supplementary feeds) ஆகும்.

அடர்தீவனம். அடர் தீவனம் என்று கருதப்படும் தீவனங்கள் 10%க்குக் குறைவாக ஈரப்பதன் கொண்டவை யாகவும், 18%க்குக் குறைவாக நார்ச்சத்துக் கொண்டவை யாகவும் இருத்தல் வேண்டும். மேலும் இவ்வகை உணவுகளில் கலோரி ஆற்றல் அல்லது புரதச்சத்து மிகுந் திருக்கக்கூடும். மாவுச் சத்துப் பொருள்களான தானியங்கள், அவற்றின் துணைப் பொருளான தவிடு, கிழங்குகள் ஆகியவை கலோரி ஆற்றல் மிகுதியாகவும், புரதச்சத்தைக் குறைவாகவும் பெற்றிருக்கும். புரதப் பொருள்கள் பின்வருமாறு இரண்டு வகைப்படும்.

தாவரப் புரத உணவுகள். பிண்ணாக்கு, சூரியகாந்தி விதை, சோயாபீன் மொச்சை, பீன்ஸ் போன்ற பயறுகளை இதற்குச் சான்றாகக் குறிப்பிடலாம். இவ்வுணவுகளில் புரதச் சத்து 30-40% இருக்கும். ஒரு தீவனக் கலவையில் இத்தாவரப் புரதப் பொருள்களை 20-25% பயன்படுத்தலாம்.

காய்ந்த பசுந்தழைகள். பப்பாளி இலை, மரவள்ளிக்கிழங்கு இலை, குதிரை மசால், நிலக்கடலைக் கொடி முதலியவற்றைக் காயவைத்து மாவாக இடித்த பிறகு தீவனக் கலவையில் 5-10% சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இப்பொருள்களில் புரதச்சத்து ஏறக்குறைய 15% இருக்கும். இப்பொருள்களைக் கலப்பு உணவில் சேர்ப்பதால் தீவனத்தின் விலை குறைவது மட்டுமன்றி, வைட்டமின் A, K, B-கூட்டுப் பொருள் முதலியன கலப்பு உணவில் கிடைக்கின்றன. பசுந்தழைகள் சேர்க்கப்பட்ட தீவனத்தைக் கோழிகள் சாப்பிட்டால் முட்டையிலுள்ள மஞ்சள் கரு நல்ல மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். இலுப்பை, அகத்தி, காராமணி, சணப்பு முதலியவற்றின் இலைகளையும் காயவைத்துக் கோழித் தீவனங்களில் கலக்கலாம்.

காட்டுக் கொத்தவரை மாவு. புரதச்சத்து மிகுந்துள்ள இவ்வுணவை 5%க்கு மேல் தீவனக் கலவையில் சேர்க்க முடியாது. அவ்வாறு சேர்த்தால் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படலாம். வெப்பம் அல்லது நொதி வகையால் பதப்படுத்தப்பட்ட மாவை 10% வரை தீவனக் கலவையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

பிண்ணாக்கு. கடலைப் பிண்ணாக்கு, எள்ளுப் பிண்ணாக்கு இவை மட்டுமே பொதுவாகக் கால்நடை, கோழித் தீவனங்களில் சேர்க்கப்படுகின்றன. கடுகுப் பிண்ணாக்கு, இலுப்பைப் பிண்ணாக்கு, ரப்பர் விதைப் பிண்ணாக்கு, முந்திரிப் பிண்ணாக்கு, தேங்காய்ப் பிண்ணாக்கு, சூரியகாந்திப் பிண்ணாக்கு, சோயா மொச்சைப் பிண்ணாக்கு, குசும்புப் பிண்ணாக்கு, மக்காச்சோள மாவுக்கூழ் போன்ற பிண்ணாக்குகளையும், பிற உணவுகளையும் புரதத் தீவனமாகப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இவற்றைத் தீவனக் கலவையில் பயன்படுத்தக்கூடிய அளவு, புரதச்சத்தின் அளவு, நார்ச்சத்தின் அளவு, வளர்ச்சி குன்றவைக்கக் கூடிய நச்சு பொருள்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

விலங்கினப் புரதப் பொருள்கள். மீன் தூள், இறைச்சித்தூள், கோழி இறைச்சி இவற்றைத் தூய்மையாக்கும்போது கிடைக்கும் கழிவுப் பொருள்களை இவ்வகை உணவுக்குச் சான்றாகக் கூறலாம். இவ்வகை உணவில் புரதத்தின் அளவு 50-60% இருக்கக்கூடும். இதிலிருந்து கிடைக்கும் புரதம், தாவரப் பொருள்களிலிருந்து கிடைக்கும் புரதத்தைவிடத் தரத்தில் உயர்ந்தது. இதில் பலவகை அமினோ அமிலங்கள், குறிப்பாக, மெத்தியோனின், லைசின் போன்றவை தகுந்த அளவிலும், தேவையான விகிதத்திலும் இருக்கும். விலங்குப் புரதப் பொருள்களை ஒரு தீவனக் கலவையில் 5-10% வரை சேர்த்துக் கொள்ளலாம். ஆனால் கால்நடை உணவில் விலங்கினப் புரத உணவுகள் பொதுவாகச் சேர்க்கப்பட வேண்டியதில்லை.

தவிடு வகைகள். அரிசித் தவிடு சுமார் 12% புரதம் கொண்டதாகவும் சீரான கலோரி ஆற்றல் கொண்டதாகவும் இருக்கும். இத்தவிட்டில் கொழுப்புச் சத்து அதிகம் உண்டு. கொழுப்பை நீக்கியபின் கிடைக்கும் எண்ணெய் நீக்கப்பட்ட அரிசித் தவிட்டையும் தீவனக் கலவையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். கோதுமைத் தவிடு, அரிசித் தவிட்டைவிடப் புரதச் சத்து மிகுந்தும் கலோரி ஆற்றல் குறைந்தும் காணப்படும். இவ்வகைத் தீவனப் பொருள்களைக் கலப்புத் தீவனத்தில் 15-20% வரை பயன்படுத்தலாம். தவிடுகளில் வைட்டமின் B சததுகள் மிகுந்துள்ளன.

மரவள்ளிக் கிழங்கு மாவு. கலோரிச் சத்து மிகுந்துள்ள இவ்வுணவில் புரதத்தின் அளவு மிகக் குறைவே. இதைத் தீவனக் கலவையில் 15-20% பயன்படுத்தலாம். இந்த உணவு மாவு போலன்றிச் சிறுசிறு குறுநொய்களாக மாற்றப்பட்டால் 25-30% பயன்படும். ஓரிரு கிழங்கு வகைகளில் ஹைட்ரஜன் சயனைடு என்னும் நச்சுப் பொருள் உண்டு. சூரிய ஒளியில் காயவைக்கப்படுவதால் இந்நச்சுத் தன்மை குறையக்கூடும்.

மீன் தூள் தரமாக இருந்தாலும் அதன் விலை மிகுந்துள்ளமையால் ஏனைய மலிவான புரதப் பொருள்களைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

பட்டுப் பூச்சியின் வட்டுப்புழுக்கள். கழிவுப் பொருளாகிய இழையில் 5-10% வரை கோழியின் தீவனக் கலவையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இந்த உண்வில் புரதத்தின் அளவு 50-60% இருக்கலாம். குருதித் தூள், ஈரல்தூள், குஞ்சுப் பொரிப்பு நிலையத் துணைப் பொருள் (hatchery byproduct) போன்ற பலவிதமான உணவுப் பொருள்களையும் 5%க்குக் குறைந்த அளவில் சேர்த்துக கொள்ளலாம்.

மக்காச் சோளம். கால்நடை, கோழித் தீவனக் கலவையில் இது மிக இன்றியமையாதது. கலோரி ஆற்றல் மிகுந்த மஞ்சள் மக்காச்சோளத்தில் வைட்டமின் A சத்து மிகுந்திருக்கும். கோழிகளின் உணவில் 50% வரையும், மாடுகளின் தீவனத்தில் 30% வரையிலும் பயன்படுத்தலாம்.

மக்காச்சோளத்தின் ஈரப்பசை 10-12%க்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. பூசணக்காளானை உண்டாக்கு அப்லோடாக்சின் இருக்கக்கூடாது.

சோளம், கம்பு, ராகி, திணை. இச்சிறு தானியங்களைத் தீவனக் கலவையில் மக்காச்சோளத்திற்கு மாற்றாகப் பயன்படுத்தலாம். இதில் கலோரி ஆற்றல் சற்றுக் குறைவாக இருப்பினும் மக்காச்சோளத்தைவிட விலை குறைவாக இருந்தால் தீவனத்திற்கு ஆகும் செலவைக் குறைக்க உதவும்.

திப்பி. இவ்வுணவைக் கலப்புத் தீவனக் கலவையில் 10-15% அளவில் பயன்படுத்தலாம். நார்ச்சத்து அதிகம் கொண்டுள்ளதால் இதனைக் கோழித் தீவனத்தில் குறைவாகவும் கால்நடைத் தீவனத்தில் மிகுதியாகவும் பயன்படுத்த இயலும்.

சர்க்கரைக் கழிவுப பாகு. சர்க்கரைத் தொழிற்சாலையிலிருந்து கிடைக்கும் இக்கழிவுப் பொருளை 5-10% மாவுச் சத்திற்குப் பதிலாகத் தீவனக் கலவையில் சேர்க்கலாம். இதற்கு மேல் சேர்க்கப்பட்டால் கோழிகளில் கழிச்சல் உண்டாக நேரிடும். இதில் புரதச்சத்து மிகக் குறைவாகவே உள்ளது. இந்த உணவு தீவனக் கலவையில் சுவையை மிகுதிப்படுத்தவும், உணவுத் தூளைக் காற்றில் பறக்கவிடாமல் தடுக்கவும் உதவுகிறது. மேலும் கலவையில் உள்ள தீவன வகைகளை ஒன்றாகச் சேர்க்கிறது.

பீர் தொழிற்சாலை கழிவுப் பொருள். பீர் தொழிற்சாலையில் கிடைக்கும் தானியம், ஈஸ்ட் கலந்த கழிவுப் பொருளையும், தானிய முளைகளையும் (sprouts) தீவனக் கலவையில் 5-10% வரை பயன்படுத்தலாம். இவ்வுணவில் நார்ச் சத்து மிகுதியாகவும் புரதச்சத்து தானியத்தைப் பொறுத்து மாறுபட்டும் இருக்கும்.

கோழிகளின் காயவைக்கப்பட்ட கழிவுப் பொருள் (poultry litter), பன்றியின் காய்ந்த சாணம், மாட்டுச் சாணம் முதலியவற்றைத் தீவனக் கலவையில் பல்வேறு விகிதங்களில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இப்பொருள்களில் கலோரி ஆற்றல் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும்.

சாண எரிவளிமக் கழிவுப் பொருள். இதைச் சூரிய ஒளியில் நன்றாகக் காய வைத்துத் தீவனக் கலவையில் 10% வரை சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இதில் புரதமும் கலோரி ஆற்றலும் குறைவாக இருக்கும். மாங்கொட்டையில் உள்ள பருப்பு முந்திரிப்பழம், கடல்பாசி, ரொட்டிக்கிடங்குக் கழிவு, முந்திரித் தவிடு போன்ற வேறு பல கழிவுப் பொருள்களைத் தீவனமாகப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், எந்த அளவு பயன்படுத்த முடியும் என்பது அவற்றிலுள்ள புரதத்தின் அளவு, கலோரி ஆற்றலின் அளவு, அதன் சுவை முதலியவற்றைப் பொறுத்தது. இவ்வகை உணவுப்பொருள்களைக் கலப்பு உணவு தயாரிக்கப் பயன்படுத்தினால் தீவனத்திற்காகும் மொத்தச் செலவைச் சிறிது குறைக்கலாம்.

கூள உணவு. கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் தீவனத்தில் நார்ச்சத்து 18% மிகுந்தால் இவ்வகைத் தீவனத்தைக் கூள உணவு என்று கூறலாம். மற்ற உணவுச் சத்துகளான புரதமும் மாவுப் பொருள்களும் இவ்வகையில் குறைந்த அளவிலேயே இருக்கும். கூள உணவுகளைப் பசும்புல் தீவனங்கள் என்றும்,பதப்படுத்தப்பட்ட தீவனம் (hay) என்றும், வைக்கோல் தட்டுப் போன்ற துணைப் பொருள்கள் என்றும் மூன்றுவகையாகப் பிரிக்கலாம். ஆடு, மாடு, குதிரை போன்ற கால்நடைகளின் உணவில் கூள உணவுகளுக்குச் சிறப்பான இடம் உண்டு. இவற்றிற்கு வேண்டிய ஈரப்பசையற்ற உலர்ந்த தீவனத் தேவையை நிறைவு செய்ய இவை மிகவும் தேவை. கறவை மாடுகளின் உணவில் கூள உணவு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இருந்தே ஆக வேண்டும். இல்லையெனில் ஒருசில உடல் கோளாறுகள் உண்டாகிப் பாலிலுள்ள கொழுப்புச் சத்துக் குறைந்துவிடும்.

பசும்புல் தீவனங்களில் இரண்டு வகை உண்டு: நேப்பியர் கினியா, தீவனச் சோளம் போன்ற புற்கள் தனி வகை. இதில் புரதச் சத்து குறைவாக இருக்கும். குதிரைமசால், நரிப்பயறு, காராமணி, பட்டாணி, கூபாப் புல், கடலைக் கொடி போன்ற பயிர்கள் அடுத்த வகையைச் சார்ந்தவை. இந்த இரண்டாம் பிரிவிலிருக்கும் தீவனப் பயிர்களில் புரதச்சத்து மிகுதி.

மாடுகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் பசும்புல் அளவில் ஒரு பகுதி தீவனப் பயிராகவும் எஞ்சியது புல்வகையாகவும் இருத்தல் வேண்டும். பசும்புல் தீவனங்களைச் சூரிய வெப்பத்தில் காயவைத்து நன்றாகப் பதப்படுத்தி வைத்திருந்தால் அவற்றையும் தீவனமாகப் பயன்படுத்தலாம். இது போன்றே காய்ந்த கூளப்பொருள்களான தட்டு, வைக்கோல் போன்றவையும் தீவனத்தில் கட்டாயம் இருக்க வேண்டும். கால்நடைகளின் வளர்ச்சியும் உற்பத்தியும் திறம்பட இருக்கவேண்டுமானால் அவற்றிற்குக் கொடுக்கப்பட வேண்டிய தீவனத்தில் பசும்புல்லும், உலர்புல்லும், வைக்கோலும் இடம்பெற வேண்டும். மேலும் பசும்புல் கொடுப்பதால் கால்நடைகளுக்குத் தேவையான வைட்டமின் A - சத்து நிறைவு செய்யப்படும்.

தாது உப்பு-கலவை, வைட்டமின்கள், நுண்ணுயிர் எதிரிகள் (antibiotics) முதலிய சேர்க்கை உணவுகள் அடர் தீவனக் கலவையில் குறைந்த அளவில் சேர்க்கப்படுதல் நல்லது.

- இரா.கதிர்வேல்

பயிறு வகையற்ற தீவனங்கள். இவை குறைந்த நைட்ரஜனையும், 25-35 % நார்க் கூறையும் கொண்டவை. இவற்றுடன் போதுமான அளவு புரதம் கொண்ட அடர் தீவனங்களையும் தர வேண்டும். எ-டு: நெல், கேழ்வரகு, கம்பு, சோளம் மக்காச்சோளம் ஆகியவற்றின் தட்டைகள். இவற்றில் உடலிற்குக் கிடைக்கும் புரதம் இல்லை. இவற்றின் செரிமானச் சத்து 40% ஆக உள்ளது.

சாற்றுச் செறிவான கூளத் தீவனங்கள் (Succulent fodder)

பசுந்தீவனம். இதில் கரோட்டினடு மிகுதியாக உள்ளது. இது கால்நடைகள் விரும்பி உண்ணும் தீவனமாகும். எ-டு: NB21. BN2, Co1, கொழுக்கட்டை, கினியாப் புல் வகைகள்.

பதனப் பசுந்தீவனம். பசுந்தீவனம், போதுமான அளவு கிடைக்காத காலங்களில் பதப்படுத்தப்பட்ட பசுந் தீவனத்தைச் சேர்க்கலாம்.

மரஇலை. மர இலைகளை வெள்ளாடு, செம்மறி ஆடு ஆகியன விரும்பி உண்கின்றன. எ-டு: சவுண்டல், கிளைரிசிடியோ, அகத்தி, வாகை, கருவேலம் போன்றவை.

புல்வெளி. தரமான புல்வெளி அசைபோடும் விலங்குகளுக்கு இன்றியமையாததாகும். 6-8 மணி நேர மேய்ச்சல் போதுமானது. இதனுடன் தகுந்த அடர் தீவனமும் அளித்தல் வேண்டும்.

- அ.நடராசன்
- பா.மோகன்

கோழித் தீவனங்கள்

கோழி வளர்ப்பில் ஆகும் உற்பத்திச் செலவில் தீவனச் செலவு மட்டும் 60-65% ஆகும். ஆகையால் தீவனச் செலவில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தினால் உற்பத்திச் செலவைக் கட்டுப்படுத்தலாம். கோழித் தீவனம் கலக்கும்போது பின்வரும் கருத்துகளை மனத்தில் கொள்ள வேண்டும். கோழிகளுக்குத் தேவையான ஊட்டச் சத்துகள் சரியான விகிதத்தில் இருக்க வேண்டும். இன்றியமையாத அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின் B காம்ப்ளக்ஸ் முதலியன தீவனத்தில் இடம்பெற வேண்டும். கோழிகள் தீவனத்தை விரைவாக எரிக்கும் தன்மை கொண்டுள்ளமையால் சரிவிகிதத்தில் கலப்புணவு அமைய வேண்டும்.

புரதம், கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்புச் சத்து, தாது உப்பு, வைட்டமின், தீவனத்துணைப் பொருள்களைக் கலந்து தீவனத்துடன் அளிக்க வேண்டும். மேலும் தேவையான அளவு நீர் எப்போதும் கிடைக்கச் செய்ய வேண்டும். கோழிக் குஞ்சின் உடல் எடையில் 85% நீர் ஆகும். கோழிக் குஞ்சு வளர வளர இது குறைந்து பின்னர் 42 வார வயதில் 55% ஆகும். முழு முட்டையில் 65% நீர் உள்ளது. ஒரு கிராம் தீவனம் உட்கொண்டால் கோழிக்குஞ்சுகளுக்கு 2-2.5 கிராம் நீர் தேவைப்படும். பெரிய கோழிகளுக்கும் முட்டையிடும் கோழிகளுக்கும் 1 கிராம் தீவனத்திற்கு 1.5-20 கிராம் நீர் தேவைப்படும். தீவனத்தில் இதற்கு 10% நீரே கிடைக்கும். எனவே, தூயநீர் எப்போதும் கிடைக்குமாறு செய்ய வேண்டும். கோழி உற்பத்திப் பொருளான இறைச்சியில் 65% உம் முட்டையில் 50% உம் புரதம் இருக்கும். ஆகையால் இறைச்சிக் கோழி தீவனத்தில் 22-24% உம் முட்டைக்கோழித் தீவனத்தில் 16 - 17% புரதச் சத்து இருக்க வேண்டும்.

புரதச்சத்தில் அமினோ அமிலங்கள் இன்றி யமையாதவை. கோழிகள் தம் உடல் வளர்ச்சிக்குப் போக எஞ்சிய புரதச் சத்தை முட்டை உற்பத்திக்கும் இறைச்சி உற்பத்திக்கும் பயன்படுத்துகின்றன. ஆகையால் சரிவிகிதத்தில் அமினோ அமிலங்களைக் கொடுத்தால்தான் உற்பத்தி சிறந்து விளங்கும்.

அமினோ அமிலங்கள்

இன்றியமையா அமினோ அமிலங்கள் (கோழிகள் உற்பத்தி செய்ய முடியாதவை)	இன்றியமையா அமினோ அமிலங்கள் (ஓரளவு உற்பத்தி செய்து கொள்பவை)	தேவையற்ற அமினோ அமிலங்கள் (தாமே உற்பத்தி செய்து கொள்பவை)
அர்ஜினின்	தைரோசின்	அலனின்
லைசின்	சிஸ்டின்	ஆஸ்பார்டிக் அமிலம்
இண்டிடின்	ஹைட்ராச்சிலைசின்	அஸ்பார்ஜினின்
		குளூட்டா மிக அமிலம்
ஐசோலூசின்		குளூட்டாமின்
வாலின்		ஹைட்ராக்சிபுரோமின்
மெத்யோனின்		சிலைசின்
திரோனின்		சிரயின்
டிரிப்டோ.ீ.பேன்		
.ீ.பீனைல். அலனின்		புரோலின்

தேவையான அமினோ அமிலங்கள் விலங்கின் புரதத்திலேயே கிடைக்கின்றன. புரதச்சத்துள்ள வெவ்வேறு வகைத் தீவனத்தைக் கொடுத்தால் கோழிகளுக்குத் தேவையான அமினோ அமிலங்கள் ஏற்ற அளவில் கிடைக்கும்.

மிகு புரதச்சத்துள்ள சில தீவனங்களில் எடுத்துக் காட்டாகப் பருத்திக்கொட்டை மாவில் காசிபால் நச்சு உள்ளது. இது மஞ்சள் கருவினைப் பாதிக்கும். ரேப் விதை மாவில் காய்ட்டர் நச்சு உள்ளது. சோயாபீன் மாவில் டிரிப்சின் அமினோ அமிலத்தின் தன்மையை மங்க வைக்கும் நச்சு உள்ளது. இவையனைத்தும் தீவனத்தை வெப்பப்படுத்தினாலே நீங்கிவிடும்.

தேவைக்கு மேலான புரதச்சத்துக்களைக் கோழிகள் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. புரதத் தீவனங்கள் விலை மிகுந்திருந்தால் மலிவாகக் கிடைக்கும் மாவுப் பொருள், கொழுப்புப் பொருள், ஆகியவற்றை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

அமினோ அமிலங்களின் பற்றாக்குறைக்கு ஏற்றவாறு புரதச் சத்தும் விளைவுகளும் மாறுபடும். சிறிதளவே பற்றாக்குறை இருக்கும் தீவனத்தை உட்கொள்ளும் கோழிகளுக்கு வளர்ச்சியின்மை, இறகு உதிர்தல், முட்டை குறைதல், முட்டையின் அளவு குறைதல் என்பன ஏற்படும். பற்றாக்குறையால் கோழிகள் தீவனம் உட்கொள்ளாமை, முட்டையிடாமை, எடை குறைதல், நாக்குக் கோளாறு, இரைப்பையில் உணவு தங்கி விடுதல், இறப்புப் போன்ற விளைவுகளும் ஏற்படலாம். எனவே, அமினோ அமிலங்கள் நிறைந்த பல வகையான தீவனங்களை அளிப்பது நல்லது.

கார்போஹைட்ரேட். கோழிகளுக்கு ஆற்றல் அளிக்கும். இது ஸ்டார்ச், செல்லுலோஸ், பென்டோசான் ஆகியவற்றில் உள்ளது. இதில் ஸ்டார்ச்சை மட்டுமே கோழிகளால் செரிக்க முடியும். கோழித் தீவனங்களில் தானிய வகைகளே கார்போஹைட்ரேட்டை அளிக்கவல்லன.

கொழுப்பு. கோழி முட்டையில் 40% முட்டையின் உலர்ந்த எடையிலும் 17% இறைச்சியின் உலர்ந்த எடையிலும் இது இருக்கும். கொழுப்பு மிகுந்த எரிபொருளைக் கொடுக்க வல்லது. ஆயினும் இதனுடைய மிகுதியைக் கொண்டும் விரைவில் கெட்டுவிடும் தன்மையைக் கொண்டும் இதை மிகுதியாகத் தீவனக் கலவையில் சேர்ப்பதில்லை. இந்தச் சத்து எண்ணெயிலும், கொழுப்புப் பொருளிலும் உள்ளது. மக்காச்சோளம், கோதுமை, அரிசித்தவிடு போன்றவற்றிலிருந்து 2.5% கொழுப்பே தீவனக் கலவைக்குப் போதும்.

தாது உப்பு. கோழியின் உடலில் 4% முட்டையில் 1% அளவில தாது உப்புகள் உள்ளன. கோழித் தீவனத்தில் தேவையான தாது உப்புகள் கால்சியம், பாஸ்பரஸ், சோடியம், பொட்டாசியம், மக்னீசியம், குளோரின், இரும்புச்சத்து, அயோடின், மாங்கனீஸ், தாமிரம், மாலிப்டினம், துத்தநாகம், செலீனியம் ஆகியன.

வைட்டமின். வைட்டமின் தீவனம் அளிக்கும் போது முட்டை உற்பத்தி மிகுதியாகக் குறையும்.

வைட்டமின்	பயன்	வைட்டமின் உள்ள தீவனப் பொருள்கள்
A	வளர்ச்சி, முட்டை உற்பத்தித் திறன், குஞ்சுப் பொரிப்புத் திறன் அதிகரித்தல்	மீன் எண்ணெய், கீரை வகை
D	எலும்பு வளர்ச்சி முட்டைத் தோல வலிவு பெறுதல	மீன் எண்ணெய்
E	மூட்டு வலிவையும் குஞ்சுப பொரிக்கும் திறனையும் பெருக்குதல்	முளைகட்டிய பயறு, கீரை வகை
K	குருதி உறை தன்மை மிகுதல்	குதிரை மசால், கீரை வகை, மீன் தூள
B_1	நரம்பு மண்டலத்திற்கு வலிமை தருதல	தானிய வகை, ஈஸ்ட்
B_2	காலவாதம் வாராமல தடுத்தல்	பால், ஈரல தூள, குதிரை மசால் தூள
B_6	உடல வளர்ச்சி, முட்டை உற்பத்தி பெருகுதல்	ஈரல தூள, இறைச்சித் தூள், கரும்பின் கசடு, மீன
B_{12}	குஞ்சுப் பொரிக்கும் திறன் கொண்ட முட்டை உற்பத்தியாதல்	மீன் தூள், சோயாபீன்ஸ் எண்ணெய்த் தூள், மாட்டுச் சாணம், முட்டை மஞ்சள்

-சி. அருணாசலம்

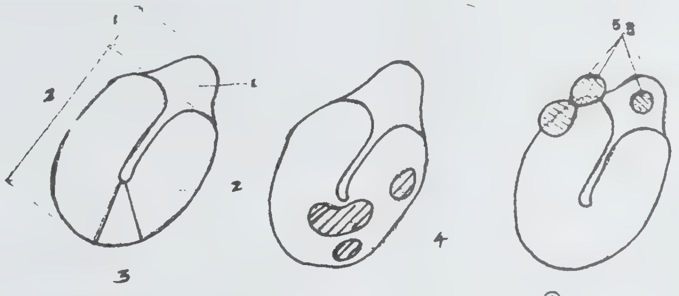
தீவிர இடைச்செவி அழற்சி

பெரியவர்களைவிட, சிறியவர்களிடம் நடுச்செவி அழற்சி மிகுந்து காணப்படுகிறது. நடுச்செவி அழற்சி விரைவில் நடுச்செவிக் குழிவு முழுதும் பரவுகிறது. நுண்ணுயிரிகளின் வலிமை, நோயாளிகளின் வயது, உடல் வலிமை ஆகியவை நோயின் முதிர்ச்சியையும், போக்கையும், சிக்கல்களையும் அறுதியிடுகின்றன.

மாஸ்டாய்டு, காற்றறை முழுதும் தாற்றியிருந்தால் அழற்சி கடுமையாக உண்டானாலும் சிலகாலம் வரை சிக்கல் தோன்றாது. காற்றறை குறைந்த அளவு உள்ளபோது அழற்சி மிகுதியாக வாய்ப்புண்டு.

நுண்ணுயிரிகள். ஸ்ட்ரெப்டோ ஹிமாளிட்க்கஸ், ஸ்ட்ரெப்போ-நிமோனியா, ஸ்டெ்.பைலோ ஆரியஸ், ஆல்பஸ் ஆகியவை.

போக்கு. தொடக்கத்தில் தொண்டை - நடுச் செவிக்குழாய் அடைப்பும் நடுச்செவியுள் வீக்கமும் தோன்றுவதால் நீர் சுரந்து மிக விரைவில் சீழாக மாறிவிடும். செவிப்பறை சிவந்து புடைக்கும். பிறகு அது வெடித்துச் சீழ் வடியத் தொடங்கியதும் வலி குறையும். மாஸ்டாய்டு செல்களின் சுவர்கள் அரிக்கப்பட்டு ஒன்றாகி, அங்கும் சீழ் தங்கிவிடும். தக்க மருத்துவம் இல்லாவிடில் மாஸ்டாய்டு எலும்பும் அரிக்கப்பட்டு எலும்புறையின் கீழும் சீழ் பரவிவிடும்.



1. விறைப்பற்ற பகுதி
2. விறைப்பான பகுதி
3. கூம்பு வடிவில் ஒளியின் எதிர் ஒளிப்பு
4. விறைப்பான பகுதியில் மூவகைத் துளைகள் கேடற்றவை
5. விறைப்பான பகுதியில் பின் விளிம்பிலும், விறைப்பற்ற பகுதியிலும் துளைகள் கேடுள்ளவை.

காரணங்கள். மூக்கு, தொண்டையிலிருந்து நேராகவும் நிணநீர் வழியாகவும் நுண்ணுயிர் பரவுகிறது. தூண்டுதல் காரணமாகத் தடுமன், காற்றறை அழற்சி, டான்சில் - அடினாய்டு அழற்சி, தொண்டைப்புன் ஆகியவை தோன்றக்கூடும். காயத்தால் செவிப்பறைக் கிழிதலைக் குளோரின் கலந்த நீச்சல் குளத்தில் குதிக்கும்போது நீர் தொண்டை வழியே நடுச்செவியை அடைவதன் மூலம் உணர முடியும்.

அறுதியிடல். காது கேளாமை, காதில் அடைப்புப் போன்ற உணர்வு இறைச்சல், வலி, நீ்கம், தொடுவலி, காய்ச்சல், பசியின்மை, செவியில் சீழ் ஆகியவை நடுச்செவியில் அழற்சி உள்ளமைக்கான அறிகுறிகளாகும்

மருத்துவம். நல்ல ஓய்வு, வலி நீக்கும் மருந்து, நுண்ணுயிர் எதிர் மரு ந்து, ஊசி, ஆகியவற்றால் சீழ் நின்று, சரியாகக் காது கேட்கும் வரை (ஏறக்குறைய 10 நாள்) சாய்ச்சல், தலைவலி மிகுந்திருந்தால் செவிப்பறையின் துளையிட்டுக் சீழை அகற்ற வேண்டும்; ஆற்றல்மிக்க நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கொடுத்தால் அறுவை தேவையில்லை. வெளிச்செவியை நன்றாகச் சீழ் நிற்கும் வரை துடைத்து நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து இடலாம்.

தொற்றுநோய்களும் தீவிர நடுச்செவி சுழற்சியும். மிகு தீவிரத் தொற்று நோய்களில் சிவப்புக் காய்ச்சல், தட்டம்மை, இன்புளுயன்ஸா, டை்.பாய்டு, டிப்தீரியா போன்றவை) சிக்கலான நடுச்செவி அழற்சி தோன்றக்கூடும். 20ஆம் நூற்றாண்டில் நடுச்செவி அழற்சிச் சிக்கலின் அளவு மிகவும் குறைந்துள்ளது. தொற்று நோயாளிகளைத்

தனியறையில் வைத்திருப்பது, சரியான காலத்தில் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளைத் தேவையான அளவு கொடுப்பது, வல்லுநர்களின் பரிந்துரை மூலம் முன்னதாகவே ஆய்வு செய்து மருத்துவம் செய்வது ஆகியன பயனளிக்கும்.

தொற்று நோயின் தீவிரமும் உடல் எதிர்ப்பு ஆற்றல் குறைவும் சீழ் மிகு நடுச்செவி அழற்சி தோன்றக் காரணமாகலாம். தொற்று நோயின் போது உருவாகும் நடுச்செவி அழற்சி சாதாரண நடுச்செவி அழற்சியைவிடக் கடுமையானது. இந்த அழற்சி நுண்ணுயிர்களால் மாஸ்டாய்டு எலும்பிற்கும் பரவிப் பின் நாட்பட்ட சீழ்-செவி அழற்சியாகவும் மாறிவிடக்கூடும்.

இன்புளுயன்சா நோயின்போது தோன்றும் நடுச்செவி அழற்சியில் வெளிச் செவித் தோலிலும் செவிப்பறையிலும் குருதிச் சுரப்புடன் குமிழ்கள் தோன்றும். இதனால் செவிப்பறையில் துளை விழுந்து காதில் வலியுடன் சீழும் வெளி வந்து செவி நரம்பும் உட்செவியும் பாதிக்கப்பட்டால் முழுமையான செவிட்டுத்தன்மை ஏற்படும்.

மருத்துவம். தொடக்கத் திலேயே தொற்று நோய் மருத்துவம் செய்தால் இந்நிலை ஏற்படாமல் தடுக்கலாம். நடுச் செவி நோய்த் தாக்கமுற்றால் அதை ஆராய்ந்து வீரிய நுண்ணுயிர் எதிர் மருத்துவம், காதைத் தூய்மை செய்தல் ஆகியவற்றால் நலமாக்கலாம்.

- டி.எம்.பரமேஸ்வரன்

தீவிர இரைப்பை அழற்சி

இரைப்பை அழற்சி என்பது தீவிரமாகவும், நாட்பட்டும் இருக்கலாம். இரைப்பை அறுவையின் போதும், இரைப்பை உள்நோக்கியைப் பயன்படுத்தும் போதும், நோயறி ஆய்வின்போதும் நிகழும் மாற்றங்களைக் கொண்டு இரைப்பை அழற்சி அறியப்படும்.

தீவிர இரைப்பை அழற்சி. ஆஸ்பிரின் மருந்தை உட்கொள்வதாலும், அழற்சி எதிர்மருந்துகளைக் (anti - inflammatory drugs) கையாளுவதாலும், மது அருந்துவதாலும் தீவிர இரைப்பை அழற்சி (acute and chronic gastritis) உண்டாகிறது. இரைப்பை அறுவையின் பின், பித்த நீர், இரைப்பையினுள் எதிர்க்களிப்பதாலும் இந்நோய் உண்டாகலாம். நேரில் காணும்போது இரைப்பைச் சிலேட்டுமப் படலம் வீங்கிக் காணப்படும். மேலும் அரிப்புப் புண்களும் குருதி ஒழுக்கும் காணப்படும்.

சிலபோது, அறிகுறிகளே எதுவுமே இரா. பசியின்மை, குமட்டல், மேல் வயிற்றுவலி, நெஞ்சுக்கரிப்பு, சோகை நோய் காணப்படும். தீவிர இரைப்பை அழற்சிக்கு இதற்குக் காரணமான பொருள்களைத் தவிர்ப்பதே மருத்துவமாகும்.

நாட்பட்ட இரைப்பை அழற்சியில் மூன்று நிலைகள் காணப்படுகின்றன. அவை; நாட்பட்ட மேலெழுந்தவாரியான இரைப்பை அழற்சி; சூம்பிய இரைப்பை அழற்சி. இதில் புறத்தோலிய (epithelium) வளர்ச்சியும், லிம்போசைட், பிளாஸ்மாச் செல்களின் ஊடுருவலும் காணப்படுகின்றன. சுருக்கமடைந்த இரைப்பையில் சிலேட்டுமப் படலத்தின் பருமன் குறைந்துவிடும். மாற்றுப் பெருக்கமும் (metaplasia)வட்டச் செல் ஊடுருவலும் காணப்படும்.

கொடிய சோகை, இரைப்பைப் புண், இரைப்பைப் புற்று நோய், இரைப்பை அறுவைக்குப் பின்னர் உள்ள நிலை ஆகியவற்றில் நாட்பட்ட இரைப்பை அழற்சிக்காணப்படலாம். இரைப்பை நோயறி ஆய்வு மூலம் நோய் உறுதி செய்யப்படும். அறிகுறிகளைப் பொறுத்தே மருத்துவம் அமைகிறது.

- அ. கதிரேசன்

தீவிர ஈரல் அழற்சி

இந்நோய் பொதுவாக ஐந்து வகைப்படும். அவை : நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சி (viral hepatitis), வேதி ஈரல் அழற்சி (chemical hepatitis), ஆல்கஹாலிய ஈரல் நோய் (alcoholic liver disease), குருதியோட்டம் தடைப்படுவதாலும், குருதி விம்மலாலும் தோன்றும் ஈரல் நோய் (ischemic and cogestive hepatopathy), ஈரல்வெளிப் பித்தத்தடை (extra biliary obstruction) என்பன. இந்நிலைகள் யாவும் தீவிர ஈரல் அழற்சியை ஏற்படுத்தும்.

அறிகுறிகள். பசியின்மை, காய்ச்சல், வாந்திவருதல் போன்ற உணர்வு, மஞ்சள்காமாலை, பழுப்பு நிறத்தில் சிறுநீர்க்கழித்தல் (bilirubinuria), வயிற்றில் கோளாறு போன்ற உணர்வு என நோய் அறிகுறிகள் தோன்றத் தொடங்கும். குருதியை ஆய்வு செய்தால் கீழ்வரும் மூவகை நிலைகளைக் காணலாம்: நச்சுயிர் வேதி ஈரல் அழற்சி எனில், சீரம் டிரான்ஸ் அமினேஸ் நொதியின் அளவு சாதாரண நிலையில் இருப்பதைவிட 10 - 100 மடங்கு உயர்ந்து காணப்படும்.. நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சியில் SGOT : SGPT விகிதம் குறிப்பாக 2:1 விகிதத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் அனைத்துத் தீவிர ஈரல் அழற்சி நிலைகளிலும் சீரம் பிலிரூபின் அளவு மிகுந்து காணப்படுகிறது.

தீவிர ஈரல் அழற்சியினால் விளையும் சிக்கல்கள்

கொள்ளை ஈரல் திறனிழப்பு (Fulminant hepatic failure). இந்நிலை அரிதாகத் தோன்றினாலும் விரைவில் உயிருக்குக் கேடு ஏற்பட்டுவிட வாய்ப்புண்டு. இதற்கு முக்கியமான காரணங்கள் ஈரல் திறனழிவால் உண்டாகும் மூளை நோயும் மயக்கமுமே ஆகும்.

ஈரல் சிறுநீரக நோயியம் (hepato renal syndrome). ஈரலுடன் இணைந்து சிறுநீரகமும் தன்னுடைய செயல் வன்மையைச் சிறிது சிறிதாக இழந்து விடுதல் நாளடைவில் உயிரைத்தாக்கும் நிலையாகும்.

வேதி ஈரல் சுழற்சி. மருந்துகள் தவிர, தொழிற் சாலை களில் பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு நச்சுப்பொருள்களும் இத்தகு ஈரல் அழற்சியை உண்டாக்கவல்லன. பொதுவாக ஏற்படும் ஈரல் அழற்சி ஓரளவே அமையும். ஈரல் செல்களில் டிரைகிளிசரைடுகள் சேரத் தொடங்கிக் கொழுப்பு மாற்றம் (steatosis), பித்தத்தேக்கம் (cholestasis) ஆகிய நிலைகள் உருவாகும். ஆனால் மிக அதிக அளவில் நஞ்சூட்டல் ஏற்பட்டு ஈரல் பாதிக்கப்பட்டால், மிகக் கடுமையான , பரந்த அளவு ஈரல் நசிவு ஏற்பட்டு, கொள்ளை ஈரல் திற னழிவு என்னும் நிலை உருவாக வாய்ப்புண்டு.

காரணவியல் (etiology). பொதுவாக இவ்வாறு தோன்றும் ஈரல் நச்சுமையைக் (hepato toxicity) கீழ்க்காணும் இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை: எதிர்பார்க்கக்கூடிய உள்ளக ஈரல் நச்சுமை (predictable intrinsic hepatotoxicity), எதிர்பாராத தான்தோன்று ஈரல் நச்சுமை (unpredictable idiosyncratic hepatotoxicity).

எதிர்பார்க்கக்கூடிய உள்ளக ஈரல் நச்சுமை

இது இருவகை ஈரல் நச்சுகளினால் தோன்றுகிறது.

அ. நேர்ஈரல் நச்சுகள் (Direct hepatotoxins).. இவை நேராகவோ, சில வளர்சிதைமாற்றப் பொருள்களை உண்டாக்கியோ ஈரல் செல்களையும், அச்செல்களின் உள்ளுறுப் புகளையும் அழிக்கத் தொடங்குகின்றன. சவ்வுக் கொழுப்புகள் (membrane - lipids) பெராக்சிஜனேற்றம் (peroxidation)மூலம் மாற்றம் ஏற்பட்டுத் திசு நசிவு (necrosis) தோன்றத் தொடங்குகிறது. சான்றாக, இரண்டு வகை நேர் நச்சுகளைக் கூறலாம். அவை : கார்பன்-டெட்ரா குளோரைடு, மஞ்சள் பாஸ்ஃபரஸ்.

கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு. இவ்வகை நேர் நசசுகள் மைய நுண்வளைவு நசிவுகளை (central lobular necrosis) ஏற்படுத்துகின்றன. கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு வளர்சிதைமாற்றம் பெறும்போது தோன்றும் இயங்கு உறுப்புகள் (free radicals) இத்தகு தீமை விளைய அடிப்படையாகின்றன.

மஞ்சள் பஸ்பரஸ். இவ்வகை நச்சுகள் சுற்றுவாயிலிய நசிவு (periportal necrosis), கொழுப்புத் தேக்கம் (steatosis) ஆகியவற்றை இதுவரை அறிந்திரா வழிமுறை (mechanism) மூலம் ஏற்படும்.

ஆ. மாற்றுமுறையில் தாக்கும் ஈரல் நச்சுகள் (indirect hepatotoxins)

இவை வளர்சிதைமாற்றங்களில் சில குறைபாடு களையோ உள் உறுப்பு அமைப்புகளில் சில மாற்றங்களையோ ஏற்படுத்தித் திசு நசிவு, கொழுப்பாக்கம், பித்தத்தேக்கம் ஆகியவற்றை உருவாக்குகின்றன. இதற்குப் பல மருந்துகளைச் சான்றாகக்கூறலாம். எ-டு. மிகை அளவில் சிரை வழியே வழங்கப்படும் டெட்ராசைகிளின் மருந்துகள் குறிப்பாக நுண்குமிழ்க்கொழுப்பு நிலையை (microvesicular steatosis) ஏற்படுத்துகின்றன.

அசெட்டமினோஃபென் உண்டாக்கும் நச்சுமை நிலை ஒருவர் வேண்டுமென்றே 15 கிராம் வரை உட்கொண்டால் தான் ஏற்படும், சாதாரணமாக 6 மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறை 0.5 கிராம் வரை உட்கொள்ளப்படும் அளவையில் இந்த நிலை தோன்றுவதில்லை. இம்மருந்து MFO நொதிகள் மூலம் வளர்சிதைமாற்றம் அடைந்து பெருமளவு இயங்கு உறுப்புகளை வெளியிடுகிறது. சாதாரணமாக இவ்வாறு வெளிவரும் இயங்கு உறுப்பு அணுக்கட்டுகளைத் திசுக்களில் உள்ள குளுட்டோதயோன் நச்சு நீக்கம் செய்து விடும். ஆனால் மிகப்பெருமளவு தோன்றும் இயங்கு உறுப்புகள் ஈரல் திசுக்களின் பெருமூலக்கூறுகளுடன் சகப்பிணைப்பு செய்து கொண்டுவிடுவதால் மைய நுண்வளைக்கசிவை ஏற்படுத்திவிடுகிறது. இதில் ஆல்கஹால் மற்றும் ஃபினோபார்பிட்டால் மருந்துண்பவர்க்கு அசெட்டோ மினாஃபென் மிகச்சிறிய அளவில் கூட மேற்காணும் நச்சுமைச் செயல்திறன் ஆற்றும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அமனிட்டாஃபெல்லாயிடிஸ் (amanita phalloides) என்னும் நச்சுக்காளான் உண்போருக்குக் கொழுப்பாக்கம் (steatosis), மைய நுண்வளை நசிவு ஆகியவற்றை ஏற்படுத்தி விடுகிறது.

ஈரல் நசசுமை ஏற்படுத்தும் ஏனைய மருந்துகளாவன: பினோதயசின்கள், எரித்ரோமைசின், ஆக்கமிகு ஸ்டிராய்டுகள் (anabolic steroids), கருத்தடை ஸ்டிராய்டுகள், எல-அஸ்பராஜினேஸ், மெதாடிராகசேட், 6- மெர்கெப்டோ பியூரீன், மித்ராமைசின் போன்றவை.

எதிர்பார்க்கமுடியா தான்தோன்று ஈரல் நச்சுமை. இந்த நச்சுமை ஒரு சில நோயாளிகளிடையே மட்டுமே தோன்றுகிறது. இது மேலும் மருந்தின் அளவைச் சார்ந்தது அன்று. இந் நோயாளிகளிடையே புலனற்ற (non-zonal) மிகுதியான ஈரல் நசிவு ஏற்படுகிறது. இரண்டு வகை வினைகளை இதற்குக் காரணமாகக் கூறலாம்.

நுண்ணிணக்கம் சார்ந்த காயம் (hypersensitivity related injury). ஃபெனிடாயின், குளோர்புரோமசீன், சல்ஃபா மருந்துகள், ஹாலோதேன் ஆகியன இத்தகு எதிர் வினையை உண்டாக்கவல்லன. மருந்து முதன்முறை கொடுக்கப்பட்ட பிறகு 7 - 35 நாள்கள் வரை தாமதித்த பிறகு இரண்டாம் முறை இம்மருந்து அளிக்கப்படும் போது உடனே இத்தகு வினை நேர்ந்துவிடுகிறது.

வளர்சிதை மாற்றத் திரிபு (metabolic aberrations). இவ்வகைத் திரிபு வளர்சிதை மாற்றங்களை ஒரு சிலரிடையே காணலாம். இது மருந்தை ஒரு புதுவித வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உள்ளாக்கி மருந்திலிருந்து ஒரு நஞ்சை உண்டாக்கிவிடுகிறது. இந்த நச்சு சிறிது சிறிதாக உடலில் கூடிக்கொண்டே சென்று 1 மாதத்திலிருந்து 1 ஆண்டிற்குள் ஈரல் அழற்சியையும் ஈரல் கடினத்தையும் (cirrhosis) உருவாக்கிவிடும்.

மருத்துவம். இவ்வாறு தோன்றும் வேதி ஈரல் அழற்சியை வைரஸ் நுண்ணுயிர் ஈரல் அழற்சியிலிருந்து பிரித்தறிவது கடினம். இவ்வாறு தீங்கிழைக்கும் வேதிப்பொருளை உடலிலிருந்தோ சுற்றுச்சூழலிலிருந்தோ உடனே நீக்கிவிட வேண்டும்.. இதுவே சிறந்த பயன்தரும் முறையாகும். வேதிப்பொருள்களால் உண்டாகும் ஈரல் அழற்சியின் பின்விளைவுகள் மிகவும் தீங்கானவை. பின்விளைவுகளாகக் கடின ஈரல், குழல் மயதடுமாற்றம் (vascular disorder), மீப்பெருக்கம் (hyperplastic), புற்று நுண்ணுக்கள் (neoplastic) ஆகியவை ஈரலில் தோன்றலாம்.

ஆல்கஹாலிய ஈரல் நோய். இது கொழுப்புப்பெருக்க ஈரல் (steatosis), ஆல்கஹாலிய ஈரல் அழற்சி, ஈரல் கடினமாதல் என மூவகைப்படும்.

ஒருவர் ஒரு நாளைக்கு 80 கிராம் சாராயம் அல்லது 720 மி.லி. பீர் அல்லது 1லிட்டர் ஒயின் எனப்பருகினால் இந்நோய் வரும். இந்நோய் ஏற்படுவதற்கு ஆண்களுக்கு 40 கிராமும் பெண்களுக்கு 20 கிராம் கூடப் போதும். குடிப்பவருக்கு இந்நோய் வரப் பல முக்கிய காரணங்க்ள் உண்டு. எத்தனால் செல் சவ்வின் கொழுப்பு அமைப்பு மாற்றுவதன் மூலம் அதனுடைய புறத் தோற்றத்தை மாற்றும் தன்மையுடையது. ஆல்கஹால் உடலின் வளர்சிதை மாற்றத்தினால் அசெட்டால்டிஹைடு என உருவாகிறது. இந்த அசெட்டால்டிஹைடு ஈரல் செல்களைத் தாக்கியழிக்கும் நச்சுப் பொருளாகும். ஆல்கஹால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்போது, ஈரல் செல்லுள் NADH = NAD விகிதம் மிகுதியாகிறது. இது உடனே ஈரலில் கொழுப்பு உருவாக்கும் நிலையை ஏற்படுத்துகிறது. ஆல்கஹால், ஈரல் சுரப்புச் செல்களை மடியச் செய்து இணைப்பு நார்களைத் தூண்டி வளரச் செய்கிறது. நாளடைவில் ஈரல் சுரப்புச் செல்கள் குறைந்து, அளவில் சிறியதான ஒரு கல் போன்ற கடினமான அமைப்பாக மாறிவிடுகிறது. இதனை ஆல்கஹால் கொணரும் ஈரல் கடினநோய் என்பர். மேலும், வளர்சிதைமாற்றத்தில் ஆல்கஹால் உருவாக்கும் பல குறைபாடுகள் ஈரல் செல்களில் கொழுப்பு வளர்ச்சிக்கு வழிவகுக்கின்றன.

புலன் மருத்துவ அறிகுறிகள். ஆல்கஹாலிய ஈரல் நோயின் கொழுப்பு வளர்ச்சியினால் பேரீரல் (hepato megaly) என்னும் நிலை ஏற்படுகிறது. ஆல்கஹாலிய ஈரல் அழற்சி வாந்தி, காமாலை, பேரீரல் போன்ற நிலைகளை ஏற்படுத்துவதால் உடனே நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சி போன்ற அறிகுறிகளை உருவாக்கிவிடுகிறது. முதியோரிடையே தொடக்கநிலை மூளை நோயையும் ஏற்படுத்தி, மனக்கலக்கம் (confusion), சோர்வு , பிரமை ஆகியவற்றை உண்டாக்கி விடுகிறது. சாராயம் அருந்துபவர்களிடையே கீழ்க்காணும் அமைப்புகளையும் சாதாரணமாகக் காணலாம். அவை கடின ஈரல், மகோதரம் (ascites), கைகால் இளைத்தல், விரைதேய்வு (testicular atropy), குருதிக்கசிவு ஆகியன.

ஆல்கஹாலிய ஈரல் அழற்சியை அறுதிப்படுத்தும் ஆய்வுக் கணிப்புகள். குருதிவெள்ளை அணுக்களைக் கூட்டினால் அது மீ வெள்ளை அணுவேற்றத்தைக் (leucocytosis) காட்டும். பொதுவாகச் சீரம் டிரான்ஸ் அமினேஸ் நொதிமட்டம் சிறிது சிறிதாக அதிகரிக்கும் (நச்சுயிர் ஈரல் அழற்சியின் போது உடனே இதுமிகுந்து விடும்). கார பாஸ்படேசும் (alkaline phosphatase) சாதாரண நிலையைவிடக் கூடுவதைக் காணலாம். சீர AST: ALT விகிதம் 2:1 என்னும் விகிதத்தைவிடக் கூடியுள்ளமையையும் காணலாம்

மருத்துவம். குடிப்பவர் அதைக் குறைத்து, பிறகு நிறுத்திவிட்டாலே ஈரலில் கொழுப்புப் பெருக்கம் குறைந்து மறைந்துவிடும். கடின ஈரலைச் சீராக்குவது மிகவும் கடினம். இவர் மது அருந்தவேகூடாது. நாளைக்கு 10 - 15 மி.கி.பிரட்னிசோன் மருந்து சில நோயாளி களுக்கு நற்பயனை ஏற்படுத்துகிறது.

- இரா. தனஞ்செயன்

துணைநூல். N.V Costrini and W.M.Thompson (Eds, *Manualof Medical Therapeutics*, 22nd Edition, Little Brownand Company, Boston; V.A. Livolsi, et.al., (Eds.), *Pathology*, Second Edition, John Whiley and Sons, London, 1989.

தீவிர கண்காணிப்புப் பிரிவு

இரண்டாம் உலகப்போரில் தொடங்கிய அதிர்ச்சிப் பிரிவு இராணுவ வீரர்களுக்கு முதலுதவியுடன் தீவிர மருத்துவமும் அளித்தது. இதுவே பின் தீவிர மருத்துவப் பிரிவாக (Surgical intensive Care Unit) மருத்துவமனைகளில் உருவெடுத்தது. அறுவைக்குப்பின் தனியே நோயாளிகளைக் கவனிக்கும் பிரிவு, தீவிர மருத்துவப் பிரிவு எனப் பல பெயர்களால் குறிப்பிடப்பட்டாலும் பொதுவாகத் தீவிர கண்காணிப்புப் பகுதி என்று குறிப்பிடுவதே பொருத்தமாகும்.

தீவிர கண்காணிப்புப் பிரிவில் நாள்பட்ட நுரையீரல் நோயாளிகளுக்குத் தீவிர சுவாசக் கண்காணிப்பும் இதய நோய்க்குத் தீவிர இதயநோய்க் கண்காணிப்பும், தண்டுவட நோயு டன் ஈரங்க, பக்கவாத நோய்களுக்குப் பயிற்சி மருத்துவமும், குருதியில் ஏற்படும் மாறுதல்களை உடனடியாக அறிந்து மருத்துவமளிக்க உடலியல் வேதிப் பிரிவுகளும் இருக்க வேண்டும்.

தீவிர கண்காணிப்புப் பிரிவில் உள்ள மருத்துவர் இதற்காகத் தனிப்பயிற்சிப் பெற்றிருத்தல் தேவை. சான்றாக, செயற்கை முறையில் சுவாசத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும், நாளவழி உணவேற்றவும், தொடர்ந்து ஆய்வு செய்யவும், தமனி வழியே ஸ்வான் கான்ஸ் (Swan ganz) குழாயை நுழைத்துக் குருதி அழுத்த மாற்றம் அறியவும் மருத்துவருக்குப் பயிற்சி வேண்டும்.

தீவிர கண்காணிப்புப் பிரிவு மருத்துவமனையில் எளிதில் அடையக்கூடிய புறவாயிலை அடுத்து இருந்தால் விபத்துக்குட்பட்டோரை உடனடியாகச் சேர்த்து மருத்துவம் அளிக்க முடியும். சுற்றிலும் பல படுக்கைகளை அமைத்து நடுவில் செவிலியர்க்கு மேஜையுடன் அவசரகால மருந்துகள் கொண்ட தாங்கியும் இருப்பது நல்லது.

அனைத்துப் படுக்கையுடனும் ஆக்சிஜன் குழாய்த் தொடர்பும், இதயக் கண்காணிப்புக் கருவியும் வேண்டும்.செயற்கைச் சுவாச எந்திரம், செயற்கை இதயத்துடிப்பை உண்டாக்கும் கருவி, மைய நாள அழுத்தம் அறிய உதவும் (central venus pressure) கருவி, நாள வழியே குளுக்கோஸ் ஏற்றும் கருவி ஆகியனவும் இன்றியமை யாதவை.

இவ்வறையை அடுத்துக் குருதி வங்கி, எக்ஸ் கதிர்ப் படம் எடுக்கும் கருவி, அறுவை மருத்துவ அரங்கு, கருவி மற்றும் துணிகளை ஆவியில் தூய்மையாக்கும் அறை முதலியவையும் அடிப்படையானவை. இங்குப் பணிபுரியும் மருத்துவரை அவசரத் தேவைக்கு அழைக்க ஒலிப்பான் (beep) வேண்டும்.

தீவிர கண்காணிப்புப் பிரிவு, தனி மருத்துவரால் கண்காணிக்க முடியாததாகும். இங்கு அனைத்து மருத்துவ வல்லுநரின் ஆலோசனைகளையும் தாதியர்களின் ஒத்துழைப்பையும் கொண்டு அடிக்கடி நோயாளியை ஆய்வு செய்து மாற்றங்களை அறிந்து மருத்துவம் செய்வதே சிறப்பாகும்.

- மா.ஜெ ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

தீவிர கணைய அழற்சி

கணையம் சுரக்கும் நொதிகளே தீவிர கணைய அழற்சியை உண்டாக்குகின்றன. முதலில் கணையம் வீக்கமடைந்து, பின்னர் குருதி ஒழுக்கு ஏற்பட்டுக் கணையச் சிதைவு உண்டாகும். பெரும்பாலும் 40 - 50 வயதினரே இதனால் பாதிக்கப்படுகின்றனர்.

இந்நோய் கல்லீரல் நோயாகவோ, மிகையாக மரு அருந்துவதாலோ, காரணமில்லாமலோ வரலாம். சிறுநீரக மாற்று, கார்டிகோ ஸ்டீராய்டு மருந்து, கருத்தடை மாத்திரை, அறுவையின் போதான காயம், புட்டாளம்மை முதலியனவும் காரணமாகலாம். மேலும் ஆடியில் சுருக்குத்தசை (sphincter of oddi) ஒரு பித்தப்பைக் கல்லாலோ வீக்கத்தாலோ சுருக்கத்தாலோ அடைப்பட்டுப்போகும்போது பித்தநீர் எதிர்க்களித்துக் கணைய நாளத்தினுட் சென்று கணைய நொதிகளை ஊக்குவித்து கணையச் சிதைவை ஏற்படுத்தும்.

அறிகுறிகள். வயிற்றின் மேற்பகுதியிலோ, விலா எலும்புக்குக் கீழேயுள்ள வலப்பகுதியிலோ திடீரென்று வலி தோன்றும், மிகையாக உணவு அல்லது மது அருந்திய 12-24 மணி நேரத்தில் வலி நிலையாக இருக்கும். இவ்வலி, வயிற்றின் பின்புறமோ, தோளுக்கோ, அடிவயிற்றுக்கோ பரவிக் குமட்டலையும் வாந்தியையும் உண்டாக்கலாம். அதிர்ச்சி உண்டாகி, சிறுநீரகமும், மூச்சு மண்டலமும் தளர்வடையும். காய்ச்சலும், மஞ்சள்காமாலையும் தோன்றலாம்.

நோயை அறுதியிடும்போது குருதியில் அமைலேசின் அளவு (இயல் அளவு 50-300 அலகு / 1000 மி.லி) அதிகரிக்கிறது. சிறுநீரிலும் அமைலேசின் அளவைக் கணக்கிடலாம். குருதியில் குளுக்கோஸ் மிகையாகவும்,

கால்சியம் குறைவாகவும் காணப்படலாம். வயிற்றின் எக்ஸ் கதிர்ப்படம், புறஒலி வரைபடம், துழாவு படம் (scanning) பேரியம் மாவுக்கொடுத்து எடுத்த படம் ஆகியவை நோயை அறுதியிட உதவுகின்றன. அறுவை மருத்துவம் பயன் தருவதில்லை. உதரவுறைக் (peritoneum) கழுவல், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள், சிரை வழியாகக் கால்சியம், பெத்தடின் செலுத்தல் ஆகியவை உதவுகின்றன.

நாட்பட்ட கணைய சுழற்சியில் மீண்டும் மீண்டும் வலி தோன்றும், ஒரு சிலரில் நீரழிவு நோயும், ஸ்டியடோரியா (steatorrhea) நோயும் உண்டாகலாம். சிக்கல்களாக மஞ்சள் காமாலையும், முன் சிறுகுடல் அடைப்பும் தோன்றுகின்றன.

வயிற்றின் எக்ஸ் கதிர்ப்படத்தில் கணையத்திலும், கல்லீரல் நாளங் களிலும் பெருமளவில் கால்சியம் படிந்து காணப்படும். புற ஒலி வரைபடமும், பேரியம் மாவு ஆய்வும் நோய் அறுதியிட உதவும்.

மருத்துவமாக வலி நீக்கிகள், 2500 கலோரி கொண்ட உணவு, கணையப் பிழிசாறுகள், சிமெடிடின், ரானிடிடின் போன்றவை உதவுகின்றன. நீரழிவு நோய் இருந்தால் இன்சுலின் தரப்பட வேண்டும். எக்காரணம் கொண்டும் மது அருந்தக்கூடாது. அறுவை மருத்துவத்தில் தாக்கமுற்ற கணையம் அகற்றப்படும். கணையக் குழலைச் சிறுகுடலுக்குள் பொருத்துவது, சுருக்குத் தசையை அகற்றுவது போன்றவை பயனளிக்கின்றன.

- மு.கி. பழனியப்பன்

தீவிர குடல் காயம்

உள் காயங்களாலோ, வெளிக் காயங்களாலோ ஏற்படும். பெரு ம்பாலும் வயிறு இடிபடும்போது குடல் முது கெலும்புத் தொடரின் விளிம்பாக உள்ள திரிகப்புடைப்பு (promontary) நசுங்குகிறது. குறைக்க முடியாத பிதுக்கம் (irreducible hernia) ஏற்படும்போது குடல் வெடித்துவிடும். ஊர்திகள் மேலேறிவிடும் விபத்துகளில் குடலின் அசையும் பகுதியும் அசையாப் பகுதியும் சேரும் இடங்களில் வெடிப்பு ஏற்படக்கூடும். அறுவையின்போது குடல் சவ்வில் (mesentery) சிராய்ப்புகள் ஏற்படலாம். மலக்குடலில் நெளிகுடல் உள்நோக்கியைச் (sigmoidoscopy) செலுத்தும்போது வெடி விபத்துகளின் போதும் குடல் வெடிப்புகள் ஏற்படலாம்.

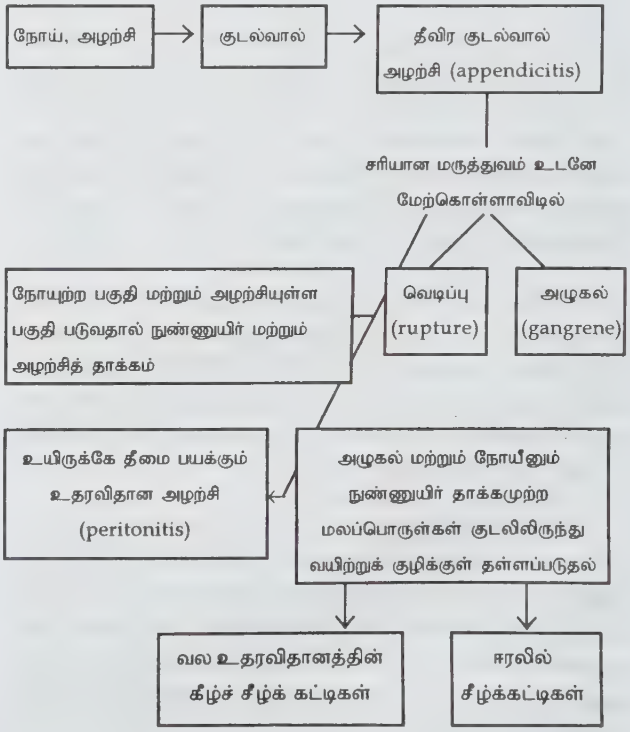
குடலில் சிறுதுளை ஏற்படும் போது பெரிய சவ்வு அதை மூடிவிடலாம். அப்போது அறிகுறிகள் சரியாகத் தெரிவதில்லை. பெரிய குடல் துளை ஏற்படும்போது உதரவுறை (peritoneum) அழற்சிக் கட்டம் உருவெளித் தோற்ற நிலை,, பரவலான சுழற்சி நிலை ஆகியவை, ஏற்படுகின்றன. தீவிர குடல் காயங்களின்போது மிகு குருதிப் போக்கு ஏற்பட்டு அதிர்ச்சி நிலையும் தோன்றலாம்.

அதிர்ச்சி நிலையைச் சீராக்கச் சிரை மூலம் உப்பு நீர் ஏற்ற வே ண்டும். வயிற்றைத் திறந்து அடிபட்ட இடத்தைக் கண்டு அதற்கேற்ற முறையில் அகற்றலோ, இணைத்தலோ செய்ய வேண்டும். ஏனைய உறுப்புகளிலும் காயம் உள்ளதோ என்பதைத் தீவிரமாக ஆராய்ந்து பார்க்க வேண்டும். தேவையான தடுப்பு மருந்துகளும் கொடுக்கலாம்.

- சுவயம் ஜோதி துரைராஜ்

தீவிர குடல்வால் அழற்சி

குடல்வால் என்பது புழுவைப் போன்று அமைந்த கூடுதலான ஓர் அமைப்பு (vermiform appendix) என்னும் பொருளில் குறிப்பிடப்படுவது இது. 3-6'' நீளத்தில் விரல் போன்ற உருவத்தில் அமைந்த பை; அடிவயிற்றுப் பகுதியில் உள்ளது. இதில் தோன்றும் சுழற்சி, நோய்த் தாக்கம் ஆகியன மிகவும் தீமை பயப்பன. இது எளிதில் உதரவிதான அழற்சியாக மாறி மரணம் ஏற்படுத்தலாம்.



படத்தில் காட்டியுள்ளபடி நோய் மற்றும் அழற்சி குடல்வாலைத் தாக்கின், தீவிர குடல்வால் அழற்சி ஏற்படுகிறது. இந்நிலைக்கு உடனே மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். உரிய மருத்துவம் தரப்படாவிடில் குடல்வால் வெடித்துவிடுதல் (rupture) குடல்வால் செல்கள் மடிந்து அழுகத் தொடங்கிவிடுதல் ஆகியன ஏற்படலாம். இவ்விருநிலையுமே குடல்வாலில் துளை ஏற்படுத்தி அழுகல் மற்றும் நோயீனும் நுண்ணுயிரால் தாக்கமுற்ற பொருள்கள் குடலிலிருந்து வெளியே தள்ளப்படுவதற்கு அடிப்படையாகின்றன.

உதரவிதான அழற்சியை உடனே கவனிக்காவிட்டால் உயிருக்கே தீங்கு ஏற்படுதல், ஈரலில் சீழ்க்கட்டிகள் தோன்றுதல், வல உதரவிதானத்தின் கீழ்ச் சீழ்க் கட்டிகள் தோன்றுதல் (இக்கட்டிகள் மூச்சு விடும்போது பெரும் துன்பத்தை நல்கும்). இவையனைத்துமே நோயாளிக்கு மருத்துவத்தை விரைந்து தரவேண்டும் என்பதை அறிவுறுத்துவன.

வயிற்றுவலி எனில் பொதுவாகப் பெரும்பாலோர் பேதி மருந்துகளை உட்கொள்வர். தீவிர குடல்வால் அழற்சியின்போது உட்கொள்ளப்படும் பேதி மருந்துகள் மிகவும் தீமையை விளைவிக்க கூடியவை. எனவே ஆழ்ந்து ஆராயாமல் வயிற்றுவலி தோன்றும்போது பேதிமருந்து உட்கொள்வதை தவிர்க்க வேண்டும்.

அறிகுறி. சாதாரணமாகக் குடல்வால் அழற்சி தொடங்கும்போது நோயடைந்த உணர்வு தோன்றும். அதனுடன் பசியின்மை, குமட்டல், வயிற்றில் விவரிக்க இயலா வலியுணர்வு ஆகியவையும் தோன்றும். அழற்சியின் வன்மை கூட முதலில் வாந்தி, பிறகு காய்ச்சல் ஆகியவையும் தோன்றலாம். படிப்படியாக வயிற்றின் வலப்புறத்தின் அடிப்பகுதியில் நோயாளி வலியை உணரமுடியும். இந்நிலையில் உடனே மருத்துவரை அணுகவேண்டும். குருதியில் வெள்ளையணுக்கள் பெருமளவு கூடியுள்ளமையைக் குருதி ஆய்வு காட்டும். இதனால் குடல்வால் நோய் நுண்ணுயிர்களால் தாக்கப்பட்டுள்ளமை புலனாகும்.

இந்நிலையில் திடீரென்று வலி நின்றுவிட்டால் அது பேரிடர் விளைவிக்கும் அறிகுறியாகும். இது குடல்வால் வெடித்துவிடுவதால் அல்லது அழிந்து அழுகத் தொடங்கிவிடுவதால் விளைவது. சிலசமயங்களில் நோயுணர்வுக்குறிகள் தவறாகவும் சுட்டிவிடுவதுண்டு. குடல்வால் அழற்சி தொடக்க நிலைகளில் நிமோனியா நோயின் தொடக்கம் போன்று தோன்றும்.

மருத்துவம். அறுவை மட்டும் இந்நிலைக்குப் பொதுவான நிறைவளிக்கும் மருத்துவமாகும். ஆனால் அழற்சி, வெடிப்பு மற்றும் அழுகலாக மாறிவிட்டால் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் (பெனிசிலின், டெட்ராசைக்கிளின்) வளிதவிர் உயிரின தாக்கத்தைத் (anaerobic infections) தவிர்க்க மெட்ரோநிடசோல் என உயிர்காக்கும் மருந்துகளைத் தக்க அளவில் உரிய நேரங்களில் வழங்க வேண்டும்.

- இரா. தனஞ்செயன்

தீவிர குரல்வளை அழற்சி

தீங்குயிரி அல்லது நுண் தீங்குயிரியின் தாக்கத்தால் குரல்வளை அழற்சி ஏற்படுகிறது. தொண்டைப்புண் அல்லது மூச்சுக்குழல் நோயிலிருந்தும் இது பரவலாம். மது அருந்துவோர், புகை பிடிப்போர் ஆகியோருக்கும் தூசு, புகை நிறைந்த சூழ்நிலையில் பணியாற்று வோருக்கும் குரலைக் கடினமாக்கிப்பேசுவோருக்கும் பல முறை இந்நோய் வரலாம். நச்சு வளிமம் குளோரின் வளிமம் ஆகியவற்றை எதிர்பாராத வகையில் உள்ளிழுத்தால் இருமல் சளியுடன் தொண்டை கட்டிக் கரகரப்பாகிக் குரலே எழமுடியாத நிலை ஏற்படுவதுமுண்டு. நோயின் போது குரல் நாண்கள் இரண்டும் சிவந்து வீங்கிக் காணப்படும். சில சமயம் படலம் உரிந்து புண்ணாகி சவ்வுப்படரலாம். இருமலுடன் கட்டியான சளியும் வரும்.

அறிகுறிகள். குரல் கரகரப்பு, வலி, காய்ச்சல், விழுங்குவதில் கடினம் முதலியன நோயின் அறிகுறிகளாகும். குரலுக்கும் உடலுக்கும் ஓய்வு தேவை. தொண்டையில் கரையும் மாத்திரை, மூக்கு வழியாக உள்ளே இழுக்க மெந்தால் கலந்த நீராவி ஆகியன இதமளிக்கும். மது அருந்துதலும், புகைபிடித்தலும், கூடா. நுண்ணுயிரி எதிர் மருந்தும் இருமல் மருந்தும் பயன்தரும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தீவிர சிறு குடல் அடைப்பு

சிறு குடல் அடைப்பு தீவிர சிறுகுடல் அடைப்பு, (acute intestinal obstruction) தீவிரமற்ற சிறுகுடல் அடைப்பு என இருவகைப்படும். கவனத்தை ஈர்க்கக் கூடிய தீவிர குடல் அடைப்பில் குடல் அசைவுகள் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும். தீவிரமற்ற சிறுகுடல் அடைப்பு கவனத்தை ஈர்க்காதது. இதில் குடல் அசைவுகள் குறைந்து நின்று விடும்.

சிறுகுடல் செயலிழப்பு (paralytic ileus), குடல் குருதி நாளங்களின் அடைப்பு (mesentric vessel occlusion) ஆகியன தீவிரமற்ற குடல் அடைப்பை உருவாக்கும்.

தீவிர சிறுகுடல் அடைப்பின் நோய்க்குறிவியல். தொடக்க நிலையில் அடைப்புக்கு மேலுள்ள பகுதியில் குடல் அசைவு மிகுதியாக இருக்கும். இந்த மிகு அசைவு, அடைப்பைச் சீராக்கும் முயற்சியாகும். ஆனால் அடைப்பிலிருந்து மீள முடியாத நிலையில் குடல் விரிவடைவதால் பின்னர் அசைவு குறையத் தொடங்கும். முதல் இரண்டு அல்லது மூன்று மணி நேரத்திற்கு அடைப்பிற்கு அப்பால் உள்ள பகுதியில் சாதாரண அசைவு நிலையும் உறிஞ்சும் தன்மையும் இருக்கும். இவற்றால் அதிலுள்ள பொருள்கள் உறிஞ்சப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன. பின்னர் அது அசைவற்று, சுருங்கி, வெளிறிக் காணப்படும். வளிமம், சுரப்பு நீர், குடலில் ஏற்படும் நச்சுப் பொருள் முதலியவற்றால் தீவிர சிறுகுடல் வீக்கம் ஏற்படுகிறது. 68% உட்கொள்ளப்பட்ட காற்றாலும் 22% குருதியிலிருந்து பரவுவதாலும் 10% நுண்ணுயிரியாலும் உணவு செரிமானம் ஆகும் போதும் வளிமம் ஏற்படுகிறது.

வலி வாந்தி வீக்கம் மலச்சிக்கல் என்பன நான்கு முக்கிய அறிகுறிகள் ஆகும். வலி திடீரென்று ஏற்பட்டு அதிகரிக்கிறது. விட்டு விட்டு வரும் மிகையான வலி தீவிர சிறுகுடல் அடைப்பின் முக்கிய அறிகுறியாகும். முதலில் ஒவ்வொரு முறை வலி வரும் போதும் வாந்தி ஏற்படும். வாந்தியில் முதலில் சோறும் பிறகு குழகுழப்பான நீரும் அடுத்துப் பித்தநீரும் வரும்.

மேலோட்டமாகப் பார்க்கும்போதே வீங்கிய குடலில் அசைவு அலைகள் தெரியும். குடலில் அசைவு ஒலியும் மிகுதியாகக் கேட்கும். மலச்சிக்கல் - அடைப்பைத் தாண்டிய பகுதி காலியானபின் மலம் வெளி வருவதோ காற்றுப் பிரிதலோ இருப்பதில்லை. மேற்கூறிய அறிகுறிகளைத் தொடர்ந்து உடலில் நீர் வற்றிய நிலை ஏற்பட்டுத் தோல் காய்ந்தும் நாக்கு வறண்டும் கண் உள்ளடங்கியும் சிறுநீரின் அளவு குறைந்தும் காணப்படும்.

கதிர்வீச்சு நிழற்படத்தைப் படுத்தவாறு எடுக்கும்போது நிறைய நீர்மட்டமும் நின்றவாறு எடுக்கும்போது உதரவிதானத்தின் கீழே வலப்பக்கம் தெரியும்போது காற்றும் ஆய்வின் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்படும். நெருக்கப்பட்ட பிதுக்கம் (strangulated hernia), ஒன்றுக்குள் ஒன்று குடல் நுழைவு (intcsuscuption), உட்புறக் குடல் நெறிப்பு (internal strangulation), குடல் திருகல் (volvulus) என்பவை தீவிர அடைப்பின் காரணங்களாகும்.

மருத்துவம். இரைப்பையிலிருந்து இயன்றால் இரைப்பைச் சிறுகுடல் போன்றவற்றிலிருந்து ரப்பர் குழாய் மூலம் நீரை உறிஞ்சி வெளிப்படுத்த வேண்டும். உடலின் நீர் நிலையும் தாதுப் பொருள்களும் குறையாமல் இருக்கச் சிரை வழியே தக்கவாறு நீரை ஏற்ற வேண்டும். அறுவை மூலம் அடைப்பை வெட்டி எடுத்து இணைத்துச் செய்தல் வேண்டும். பிறவியிலேயே குடலின் சில பகுதி சரியாக வளர்ச்சியடையாமையாலோ அதன் துளை அடைப்பட்டுள்ளமையாலோ பிறந்த குழந்தைக்கும் தீவிர குடல் அடைப்பு ஏற்படலாம்.

- சுவயம் ஜோதி துரைராஜ்

தீவிர தமனி அடைப்பு

கைகால்களில் உண்டாகும் தீவிர தமனி அடைப்பு (acute arterial occlusion) உயிருக்கும் உறுப்புக்கும் பாதிப்பு விளைவிக்க வல்லது. தக்கையுரு (embolic), தமனி உள்ளுறைப் படிமநோய் (atherosclerosis), காயங்கள் ஆகியவை தீவிர தமனி அடைப்பிற்குக் காரணங்களாகும். இதயநோய் கூழ்மைத் தடிப்பு நோய் மூளைத்தமனி அடைப்பு நோய் நுரையீரல் தீவிர தமனி அடைப்பு முதலியவற்றால் உயிரிழப்பும் நேரலாம்.

தீவிர தமனி அடைப்புண்டாக ஏதுவாகும் காரணங்களில் அடைப்புண்டாகும் இடம் கூழ்மைத்தடிப்பு, படிமத்தின் நீளம், மாற்றுப்பாதைச் சுற்றோட்டத்தின் அளவு ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இரண்டாம் நிலையாக நாள உட்படிம உறைவு, குருதி ஓட்டத்தின் நிலை குருதிக் கட்டியின் மாறுபாடுகளுடன் தமனியில் உண்டாகும் இசிவு ஆகியன காரணமாகலாம்.

தீவிர தமனி அடைப்பால் தமனிச் சுவரில் 24 மணிக்குள் அழற்சி உண்டாக உட்சுவரின் அடியில் வீக்கம் உண்டாகும். நீள் திசுவில் அழிக்கப்படும் நாராதலும் (fibrosis) உண்டாகும். கைகால்களில் பொறுக்க முடியாத வேதனை, வீக்கம் பாதிக்கப்பட்ட தசையில் மூரட்டுவாதம் முதலியவை உண்டாகும். வளர்சிதை மாற்ற அமிலத்துவம் (metabolic acidosis), குருதியில் மிகைப் பொட்டாசிய அளவு (hyperkalemia), மையோ குளோபினீமியா (myoglobinemia), சிறுநீரகத்தில் மையோகுளோபினூரிக் நெஃப்ரோசிஸ் (myoglobinuric nephrosis) ஆகியனவும் ஏற்படும்.

அறிகுறிகள். நாடித் துடிப்பின்மை, வேதனை, வெளிர் நிறம், வாதம் உணர்ச்சியில் மாற்றம் முதலியவை

குறிப்பிடத்தக்க அறிகுறிகளாகும். பாதிக்கப்பட்ட தமனி மாற்றுப் பாதைக் குருதியோட்டம், பாதிக்கப்பட்ட தசை முதலியவற்றைப் பொறுத்தும் இக்குறிகள் அமையும்.

மருத்துவம். உடனடியாகக் கண்டுபிடிப்பதுடன் நோயாளியை மருத்துவமனையில் சேர்த்துப் பாதிப்பின் தன்மையை அளவிட வேண்டும். பாதிப்பைத் தவிர்க்கத் தாமதமில்லா மருத்துவம், பாதிக்கப்பட்ட பகுதியை எக்காரணம் கொண்டும் உயர்த்தாமை, மீ வெப்பம் அளிக்காமை ஆகியன இன்றியமையாதவை.

அறுவை மருத்துவமாக ஃபோகார்தி (Fogarty catheter) கத்தீட்டர் கொண்டு தக்கையுரு உறைபடிமம் முதலியவற்றை நீக்கலாம் மாற்றுப்பாதை ஒட்டுறுப்பு அறுவையும் செய்யலாம்.

– மா. ஜெ. பிரடெரிக் ஜோசப்

தீவிர தொண்டை அழற்சி

இந்நோய்நிலை ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கை என்னும் நுண்ணுயிரியால் ஏற்படுகிறது. மின்விசிறியின் கீழே தூங்கும்போதும் வெப்பக்காற்று வீசும்போதும், பயணம் செய்யும்போதும் தொண்டை வறண்டுவிடும். தடுமன், சைனஸ் அழற்சி, பல் ஈறுநோய்கள் இருந்தாலும் இந்தத் தொண்டைப் புண் ஏற்படுகிறது.

டைஃபாய்டு, மணல்வாரி அம்மை இன்ஃபுளுயன்சா போன்ற காய்ச்சலாலும் அயோடின். சல்ஃபா மருந்துகளின் ஒவ்வாமையினாலும் தொண்டைப்புண் வரும். பேருந்து, சந்தை போன்ற இரைச்சல் மிகுந்த இடங்களில் குரலை மாற்றியும் உயர்த்தியும் பேசுவோரிடம் இது மிகுந்து காணப்படும். இவர்களுக்குத் தொண்டை வலி, இருமல், தடித்த குரல் ஆகியவற்றுடன் உடல் வலியும் மிகு காய்ச்சலும் எச்சில் விழுங்க இயலாமையும் காணப்படும்.

சில உயிரிகள் தீமையான சிக்கல்களை உருவாக்கும். ஸ்ட்ரெப்டோ ஹீமோலிடிகஸ் நியுமோகாக்கஸ் ஸ்டேபிலோகாக்கஸ் ஆகிய நுண்ணுயிரிகள் தடுப்பாற்றல் குறைந்தவர்களைத் தாக்கினால் தொண்டை வீங்குவதுடன் நாக்கின் அடிப்பகுதி, தொண்டை, கழுத்து, குரல்வளை ஆகிய பகுதிகளில் நச்சுத்தன்மை பரவுவதால் உயிருக்குக் கேடு உண்டாகலாம். ஓய்வு வெதுவெதுப்பான நீர்ம உணவை உட்கொள்ளுதல் போன்றவை தேவை. உப்புக்கலந்த சுடுநீரினால் பலமுறை தொண்டையை நனைக்க வேண்டும். நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து மிகவும் இன்றியமையாதது.

நாட்பட்ட தொண்டை அழற்சி. எப்போதும் புகையிலையைக் குதப்பிக் கொண்டும் அதனை வாயில் ஓரங்களில் ஒதுக்கிக் கொண்டும் இருப்பவர்களுக்கும் புகை பிடிப்போர், வைட்டமின் இரும்புச்சத்துக் குறைபாடு உள்ளவர்களும் தொண்டை, டான்சில் ஆகிய இடங்களில் புண் தோன்றலாம். நாட்பட்ட மூக்கு அழற்சி மற்றும் மூக்குப் பக்கக் காற்றுக் குழிவில், அடினாய்டில் தொற்று ஆகியவற்றால் நாட்பட்ட தொண்டைப்புண் ஏற்படும். பொருந்தாத தட்பவெப்ப நிலையும் சிமெண்ட் தொழிற்சாலையிலிருந்து வெளியாகும் தூசுகள் போன்ற தொழில் வழிக்கேடுகளும் இதற்குக் காரணங்களாகும்.

அறிகுறிகள். தொண்டையில் உலர் தன்மை, தொண்டை எரிச்சல், ஆறாத தொண்டைப்புண், விழுங்குதலில் கடினம், நாக்கின் அசைவு குறைதல், உமிழ்நீர் மிகைச் சுரப்பி ஆகியவை அறிகுறிகளாகும். மருத்துவரின் பரிந்துரைப்படி கோபால்ட் கதிர் மருத்துவம் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

– டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தீவிர நாள்பட்ட பேதி

பேதியும் மலச்சிக்கலும் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும் நோய்களாகும். நீர்மம் குறைவாக உறிஞ்சப்படும்போதோ மிகுதியாகச் சுரக்கப்படும்போதோ வயிற்றுப்போக்கு உண்டாகிறது. குடல்நோய் மற்றும் சர்க்கரை நோயின்போது பேதியும் உறுப்புகளின் ஸ்கிளிரோடெர்மாவின் கார்சினாய்டு நோயியத்தின் போது வயிற்றுப்போக்கும் உண்டாகும்.

தொற்றும் நோய்கள், மருந்து சார்ந்த நோய்கள், குடல் அழற்சி நோய்கள் ஆகிய மூன்றும் தீவிர வயிற்றுப்போக்கை உண்டாக்குகின்றன. தொற்றும் நோய்களின் போதான வயிற்றுப்போக்கில் சோர்வு, பசியின்மை, காய்ச்சல் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. உண்ணப்பட்ட உணவின் தன்மையைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். உணவு நச்சுகளின்போது வாந்தியும் உண்டாகிறது. சால்மோனல்லா, ஷிகல்லா, இ.கோலை போன்ற நுண்ணுயிரிகள் பேதிக்குக் காரணமாக இருக்கலாம். மலமிளக்கிகள், மக்னீசியம் கலந்த அமில எதிர் மருந்துகள், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள், டிஜிட்டாலின், குருதி மிகு அழுத்த எதிர் மருந்துகள், குருதி உறை எதிர் மருந்துகள், ஆகியவை பேதியை உண்டாக்கலாம். குரோன் நோயிலும் பேதி ஏற்படுகிறது.

காரணங்கள். இரைப்பை தொடர்பான நோய்கள். இரைப்பைப் புற்று. கொடூரமான சோகை; சிறுகுடல்

சார்ந்தவை; சிலியாக் நோய்; ஸ்புரூ லிப்பிள் நோய் புற்றுநோய், பெருங்குடல் சாந்தவை : புண்ணுள்ள குடல் அழற்சி, குடலின் புற்று அமீபா நோய், அக்டினோமைகோசிஸ், மலக்குடல் சார்ந்தவை : மலக்குடல் புற்று, அரையாப்பு, குடலுறுஞ்சி நிணக்கட்டி; கல்லீரல் சார்ந்தவை : பித்தக் குழல் அடைப்பு, கல்லீரல் சார்ந்த மிகு அழுத்தம், கணையம் சார்ந்தவை : நாள்பட்ட கணைய அழற்சி, கணைப் புற்று, சோலிங்கர் - எல்லிசன் நோயியம், (follinger-Ellison syndrome); வளர்சிதை மாற்றக் காரணங்கள்: தைராய்டின் மிகையான பணி, நீரிழிவு நோய்; மருந்துகளால் தோன்றுபவை: மலமிளக்கி, அமில எதிர்ப்பி, நுண்ணுயிரி எதிர் மருந்து, ஆல்கஹால்.

நோயாளியை ஆய்ந்து மல ஆய்வு, மல வளர்ப்பு ஆய்வு, வயிற்று எக்ஸ் கதிர்ப்படம், குத-குடல் உள் நோக்கி நோய்க்கூறாய்வு ஆகியவை மூலமும் நோயை உறுதி செய்யலாம். நோயின் காரணத்தைப் பொறுத்து வயிற்றுப் போக்குக்கு மருத்துவம் அமையும். நீர்ம இழப்பை ஈடு செய்ய உடனே சர்க்கரையும் உப்பும் கலந்த நீர் கொடுக்க வேண்டும். நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளும் பயனளிக்கின்றன.

- மு.கி. பழனியப்பன்

தீவிர பக்கப்பை அழற்சி

இரைப்பை முதல் பெருங்குடல் மலக்குடல் இணையும் இடம் வரை எப்பகுதியிலும் பக்கப்பை (acute diverticulitis) ஏற்படலாம். பிறவியிலேயே உள்ளவை (Meckels diverticulum) குடலின் தசைகள் சரியாக வளர்ச்சியுறாமையால் பின்னர்த் தோன்றுவது முதல் கட்டமாகவும் அதில் தீவிர அழற்சி ஏற்படுவது இரண்டாம் கட்டமாகவும் அமையும்.

அறிகுறிகள். தொடர்ச்சியான அடி வயிற்று வலி. காய்ச்சல், சோர்வு, வெள்ளணு மிகைப்பு ஆகியவை ஏற்படலாம். பெரும்பாலும் 40 வயதான இரு பாலார்க்கும் இது ஏற்படலாம். நோயுற்றவர்களுக்கு மலச்சிக்கலோ வயிற்றுப்போக்கோ ஏற்படலாம். வயிற்றின் வீக்கம் காற்றுப்போக்கு ஏற்பட்டவுடன் குறையலாம். வலப்பக்கம் இடுப்புப் பகுதிக்கு மேல் ஏற்படும் குடல் வால் அழற்சி போன்றும் இதன் அறிகுறிகள் இருக்கலாம். இந்நிலையைக் கண்டுபிடிக்கப் பேரியம் குடற்கழுவல் (barium enema), நெளிகுடல் உள்நோக்கி (sigmoidoscopy) ஆகியவை உதவுகின்றன. ஆனால் தீவிர அழற்சி நிலையில் இவற்றைச் செய்தால் இவையே துளை ஏற்படக் காரணமாகிவிடும்.

ஓய்வு, சூடான ஒற்றடம், குடல் சுருக்க எதிர் மருந்துகள், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் (antibiotics), புரோபேன்தின் போன்ற தானியங்கித் தசைத் தளர்த்திகள் (antispasmodics) முதலியவை மருத்துவ முறைகளாம்.

அடிக்கடி ஏற்படும் வலியும் அழற்சியும் துளை ஏற்படுதலும் அதைத் தொடர்ந்த சிக்கல்களும் குடல் அடைப்பும் குருதிப்போக்கும் புரையோடிய புண்ணும் இந்நோயின் விளைவுகளாகும். நோயுற்ற பகுதியைத் துண்டித்து ஒன்றோடொன்றாக இணைத்துக் குடலை வெளிப்படுத்தித் தைத்தல், துளை ஏற்பட்டிருந்தால் அதற்கேற்ற மருந்ததுவமளித்தல், புரையோடிய புண்ணை அகற்றல், மலப்பையின் தசையைத் துண்டித்தல் என்பவை அறுவை மருத்துவத்தில் மேற்கொள்ள வேண்டிய முறைகளாகும்.

- சுவயம்ஜோதி துரைராஜ்

தீவிர பித்தநாளச் சீழ்நிலை

பித்தநீரைத் தேக்கி வைத்துத் தேவைப்படும்போது கொடுத்து உதவும் உறுப்பாகப் பித்தப்பை பணிபுரிகிறது. பித்தநாளம் என்பது கல்லீரலில் சுரக்கும் பித்தநீரைச் சுமந்து கொண்டு வழியில் பித்தப்பையில் ஓரளவு நிரப்பிவிட்டு மீண்டும் முன் சிறுகுடலில் உட்சுவரில் உள்ள ஆம்புல்லா ஆ.:ப் லேட்டா என்னும் இடத்தில் ஒரு துளையின் மூலம் தான் கொணர்ந்த பித்தநீரைக் கொடுக்கிறது. இந்தப் பித்தநீர் உணவைச் செரிக்கும் பணியில் ஈடுபடுகிறது. மேற்கூறிய பித்தநாளத் தொகுப்பைக் கல்லீரலுக்குள் உள்ள நாளங்கள் என்றும் கல்லீரலுக்கு வெளியே பல வகை அழற்சிகளுக்குப் பித்தநாளம் அவை : தீங்குயிரி, காளான், வேதிப் பொருள் ஆகியவற்றின் அழற்சி நாளங்கள் என்றும் இரண்டாகப் பிரிக்கலாம்.

தீவிர பித்த நாளச் சீழ் நிலை (acute suppurative cholangitis) ஏற்படுவதற்குக் காரணம் முக்கிய சில தீங்குயிரிகள் ஆகும்.

பித்தநாளச் சீழ் நிலையை இ.கோலை, என்டெரோ காக்கஸ் வளி விரும்பா ஸ்ட்ரெபிடோ காக்கஸ் (anaerobic streptococcus), பாக்டீரியாய்டு (bacteroide) என்னும் உயிரிகள் மிகு நிலையில் ஏற்படுத்தும். இவ்வுயிரிகள் எவ்வாறேனும் ஒருவரின் குருதியில் கலந்து பின்னர் அங்கிருந்து கல்லீரலை அடைகின்றன. பின்னர் பித்தநாளங்களையும் தாக்குகின்றன. கல்லீரலைத் தாக்கும் உயிரிகளும் பித்தநாளங்களைத் தாக்க வாய்ப்புண்டு.

அறிகுறிகள். நோய்நிலையில் சீழ் உடலில் எங்குத் தங்கினாலும் காய்ச்சல் ஏற்படும். உடல் குளிரில் தூக்கிப்போடும். வயிற்றின் வல மேல்புறம் மிகு வலி ஏற்டும். தொடு வலியும் காணப்படும்.

பித்த நாளங்களில் வெள்ளணுக்களில் நுழைவு மிகுதியாகலாம். கல்லீரலில் ஆங்காங்கே சிறு சீழ்க் கட்டிகள் தோன்றுகின்றன. கல்லீரலுக்கு வெளியே இருக்கும் பித்தநாளமும் சில நேரங்களில் தாக்கமடைகின்றன. ஆனால் கல்லீரலுக்குள் இருக்கும் சிறிய பித்தநாளங்களில்தான் தீவிர சீழ் நிலை மிகு அளவில் ஏற்படும்.

பொதுப் பித்தநாளத்தில் அடைப்பு ஏற்டும்போது பித்தநீரின் தேக்கம் தொடங்கும். இந்நிலையில் குருதியிலோ கல்லீரலுக்குள் வேறு வழியிலோ சீழ் ஏற்படுத்தக்கூடிய தீங்குயிரிகள் நுழைவதால் அவை முன்னரே அடைப்பினால் பித்தநீர் தேங்கி நிற்கும் சிறு பித்தநாளக் கிளைகளில் அழற்சியை ஏற்படுத்துகின்றன. தீவிர சீழ் நிலை ஈரல் திசுக்களை அரிக்கத் தொடங்கி ஈரல் சீழ்க் கட்டியினை ஏற்படுத்துகிறது.

மருத்துவம். முக்கியமான நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கொடுக்க வேண்டும். நோயின் பின் விளைவாக ஈரல் சீழ்க்கட்டி ஏற்பட்டிருந்தால் சீழை ஊசி மூலம் வெளியே எடுத்து அதை ஆய்வுக்கு அனுப்ப வேண்டும். அதனுள் எவ்வகைத் தீங்குயிரிகள் உள்ளன என்னும் உயிரி வளர்ச்சி ஆய்வு செய்ய வேண்டும். நோயாளிக்கு நல்ல ஓய்வு தேவை. சரியான நேரத்தில் மருத்துவம் கொடுக்கப்பட்டால் தீவிர பித்த நாளச் சீழ் நிலையைச் சீராக்க இயலும்.

- ராஜலட்சுமி

தீவிர பித்தப்பை அழற்சி

பித்தப்பை என்பது கல்லீரலோடு இணைந்து ஒரு பேரிக்காயைப் போன்ற வடிவமுடைய ஏறத்தாழ 7.5 - 12.5 செ.மீ. நீளமுள்ள உறுப் பாகும். 50.மி.லி. நீர்மத்தைத் தேக்கிவைத்துக் கொள்ளக்கூடியது. இது தேவை ஏற்படும்போது மேலும் சற்று விரிவடைந்து மிகு அளவு நீர்மத்தை வைத்திருக்கவல்லது.

பித்தப்பைக்குக் கழுத்து உடல், வயிறு என மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. இது ஒரு குறுகிய குழாய்ப் போன்ற இடத்தில் முடிவடைகிறது. இதன் சுவர்த் தசைகள் குறுக்கும்நெடுக்குமாகப் பின்னப்பட்டுக் கழுத்துப் பகுதியில் சற்றுக் கூடுதலான உறுதியுடன் அமைகின்றன. இதன் நாளத்திற்குப் பித்தப்பை நாளம் என்ற பெயர். ஏறத்தாழ 2.5 செ.மீ. நீளமுள்ள இது கல்லீரல் சுரக்கும் பித்தநீரைத் தன்னுள் தேக்கி வைத்துப் பின்னர் உணவு செரிப்புக்குச் சிறிது சிறிதாக அனுப்பும் பணியைச் செய்கிறது.

தீவிர பித்தப்பை அழற்சி (acute cholecystitis), நீண்டகாலப் பித்தப்பை அழற்சி, பித்தப்பைக் கல் கட்டி என்பவை பித்தப்பையைப் பாதிக்கும் நோய்கள் ஆகும். பித்தப்பை அழற்சிக்கு முதன்மைக் காரணமாக அமைவது பித்தப்பை நாளத்தில் அடைப்பு ஏற்படுவதே. ஏறத்தாழ 90% நோயாளிகளில் பித்தப்பை நாளத்தில் பித்தக்கல் அடைத்துக் கொள்ளும்.

பித்தப்பையிலிருந்து வெளியேறும் பித்தப்பை நாளத்தில் அடைப்பு ஏற்படுவதால் பித்தப் பையினுள் பித்தநீர் வெளியேற முடியாமல் தேங்கி நிற்கும். இவ்வாறு தேங்கும்போது பித்தநீரில் கரைந்துள்ள பித்த உப்புகள் பித்தப் பையின் சுவரைத் தம் நச்சுத்தன்மையால் தாக்குகின்றன. சுவரில் அமைந்திருக்கும் “ராகிடான்ஸ்கி” கால்வாய்களின் மூலம் பித்தநீரில் உள்ள கொழுப்புச் சத்துகள் சுவரை மேலும் தாக்குகின்றன. பித்தப்பையில் உள்ள அழுத்தம் அதிகரிக்க அதி கரிக்கப் பையின் குருதி நாளங்கள் அமுக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாகப் பித்தப்பையின் சுவருக்குப் போதுமான குருதி பாய்வதில்லை. இதனால் சுவர் வலுவிழந்து இறுதியில் பித்தப்பையின் திசுக்கள் செயலற்று அழியும் நிலை ஏற்படலாம்.

கணையத்துள் சுரக்கும் நொதிகளாலும் தீவிர பித்தப்பை அழற்சி ஏற்படலாம். பித்த நாளம், கணைய நாளம் இரண்டும் சேர்ந்து கடல் சுவரில் திறக்க முயலும்போது அந்தப் பொதுப் பாதையில் அடைப்பு ஏதேனும் இருப்பின் கணைய நொதி குடலுக்குள் நுழைய முடியாமையால் தன் வழியே திரும்பிச் செல்லாமல் சில நேரங்களில் பித்த நாளத்தில் நுழைந்து பின்னோக்கிப் பித்தப்பையை நோக்கிப் பாயும். எனவே பித்தப்பை தாக்கமுறும் தீவிர பித்தப்பை அழற்சியை நுண்ணுயிரிகளும் ஊக்குவிக்கின்றன.

அறிகுறிகள். நோய் எப்போதுமே திடீரெனத் தொடங்கும். 40 வயதுக்கு மேற்பட்ட பருமனான பெண்களே பெரும்பாலும் இந்த நோய்க்கு ஆளாகின்றனர். இதே வயதுடைய ஆண்களும் இத்தாக்கத்திற்கு ஆளாகலாம்.

பின்னிரவு நேரத்திலோ வைகறை நேரத்திலோ உண்டாகும் வலி நோயின் குறிப்பிடத்தக்க அறிகுறியாகும். வயிற்றுப் பகுதியின் வல மேல்புறத்தில்தான் வலி மிகுதியாக

இருக்கும். வயிற்றின் நடு மேல்பகுதியிலும் வலி தொடங்கலாம். பின்னர் வலி குறுக்காகச் சென்று பின்புறத் தோள்பட்டை எலும்பின் கீழ்க்கோணத்தைத் தாக்கலாம். வலி சிறிது நேரத்தில் மிகுந்து குறையாமல் இருக்கும். சற்றேறக் குறைய அரை மணி நேரம் கூட வலி தொடர்ந்திருக்கும். பின்னிரவு நேரத்தில் மிகையாக உணவு உட்கொள்வதும் கொழுப்புச் சத்துக் கொண்ட உணவை உட்கொள்வதும் வலி தொடங்குவதற்குக் காரணமாகலாம். வலி ஏற்பட்டோர் வயிற்றுக்கு ஒற்றடம் கொடுக்கும் வகையில் வயிற்றை அமுக்கிக் கொண்டு சுருண்டு படுத்துக் கொள்வது சற்றுப் பயனளிக்கும். பித்த நாளத்தில் இருக்கும் அடைப்பை நீக்க இயல்பாகத் தோன்றும் தூண்டலில் பித்தப்பைச் சுருங்கிச் சுருங்கி விரிவடைவதால் வலி உண்டாகிறது. வலி ஏற்படும் இடங்களில் சில நேரங்களில் மிகு உணர்ச்சி ஏற்படும்.

காய்ச்சல், வாந்தி போன்றவையும் உண்டாகலாம். வயிற்றுப் பகுதியைச் சிறப்பாக ஆய்வு செய்யும்போதும் பித்தப்பையின் சீழ்மப் பாதிப்பின் போதும் வயிறு மூச்சிழுப்பிற்கேற்றவாறு ஏறி இறங்குவதில்லை. அதன் அசைவு சற்றுக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட பின் குறைகிறது. கைகளால் வயிற்றுப் பகுதிகளைத் தொட்டுப் பார்க்கும்போது வழக்கமாக இருக்கும் மென்மை குறைந்து இறுக்கமாக உள்ளமையை உணரலாம். நோயாளியை வயிற்றுப் பகுதியைச் சற்றுத் தளர்த்தி வைத்துக் கொள்ளுமாறு பணித்து விட்டுக் கைகளால் தடவினால் வீங்கிய நிலையில் உள்ள பித்தப்பை உருண்டையான பொருளாகக் கைக்குத் தட்டுப்படும். கைகளால் தொட்டுப் பார்க்கும்போதும் வலி வயிற்றின் வல மேல் பகுதியில் மிகுதியாக அறியப்படும்.

போயர் அறிகுறி. பித்தப்பையின் சீழ்ம நிலையிலிருந்தும் பிற நோய்களினின்றும் பிரித்துக் கணித்தறிய இவ்வறிகுறி பயன்படும். நோயாளிக்கு வலப் பின்புறத்தில் குறிப்பாக 9, 11ஆம் விலா எலும்புக்கு இடையிலுள்ள தோலின் மீது மிகு உணர்ச்சி இருக்கும். இதுவரை ஆய்ந்து கண்ட தகவல்கள் தவிர மேலும் சில ஆய்வுகளைச் செய்து நோயை அறுதியிட்டுக் கொள்ள வேண்டும்.

சாதாரண எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தில் மார்புப் பகுதியும் வயிற்றுப் பகுதியும் இடம்பெற வேண்டும். பித்த நாள வரைபடம் மூலமும் நோயை அறுதியிடலாம். குருதி ஆய்வு வெள்ளணுக்களின் மிகுதியைக் காட்டும். குடல்வால் திடீர் அழற்சி வயிற்றுப் புறச்சுவரில் துளை விழுதல், சிறுநீரக திடீர் அழற்சி என்பவை வேறுபடுத்திப் பார்க்க வேண்டிய பிற நோய்கள் ஆகும்.

நோய்க்குறி. நோய் கண்டபோது சாம்பல் பூத்த சிவப்பு நிறமாகப் பித்தப்பை காட்சியளிக்கிறது. வழுவழுப்பற்ற வெளிப்புறச் சுவர் அருகிலுள்ள உறுப்புகளோடு ஒட்டிக் கொள்ளும். பித்தப்பை விரிவடைந்து பெரிதாகும். உள்ளே காணப்படும் கலங்கலான நீர்மம் உடனே கீழாக மாறி விடுவதற்கும் வாய்ப்பு உண்டு. சீழ் உள்ளே உள்ள நிலை சீழ்ப் பித்தப்பை எனப்படும்.

மருத்துவம். ஓய்வு, குருதி நாள வழி நீர்மம் செலுத்துதல், எளிய உணவு, வலி நீக்கி மருந்து, சீழ் எதிர்ப்பி மருந்து முதலியவை தேவை. நோய் கண்ட 24 மணிக்குள் பித்தப்பை நீரை எடுத்து ஆய்ந்தால் 30 % நோயாளியிடம் பித்த நிலை நுண்ணுயிரிகள் இருக்கக்கூடும். 72 மணி நேரத்திற்குப் பின் செய்யும்போது 80% நோயாளிகளிடம் பித்த நிலை நுண்ணுயிரிகள் இருக்கும். அறுவை மூலம் பித்தப்பை நீக்கம் பெரும் பயன் அளிக்கும். ஆனால் 50% நோயாளிகளில் அறுவை இராமலேயே நோய் குணமாகலாம்.

- ராஜலட்சுமி

தீவிர மாஸ்ட்டாயிடு அழற்சி

காது எலும்பில் நான்கு பகுதிகள் உள்ளன. அவற்றில் மாஸ்ட்டாய்டு சிறகெலும்பு, பீட்ரஸ் முனை ஆகியவை முக்கியமானவை. நடுச்செவியும் உள் செவியும் இவற்றில் அடங்கும். நடுச்செவியிலிருந்து சிறு துளை வழியாக மாஸ்ட்டாய்டு காற்றறைக்குத் தொடர்புண்டு. நடுச்செவியிலுள்ள காற்று, நீர், சீழ் ஆகியவை மாஸ்ட்டாய்டு காற்றறைக்குச் செல்கின்றன. குழந்தை பிறந்தவுடன் அழும்போது காற்று நுரையீரலில் செல்கிறது. அதுபோல் தொண்டை நடுச்செவிக் குழாய் வழியே காற்று நடுச்செவிக்கும் மாஸ்ட்டாய்டு காற்றறைக்கும் செல்கிறது. பிறகு குழந்தை 5 வயது வளரும் வரை அங்குள்ள காற்றின் அழுத்தத்தாலும் எலும்பு மற்றும் மஞ்ஜை வளர்ச்சியின் மாற்றத்தாலும் பத்து வகைச் சிறு காற்றறைகள் தோன்றுகின்றன. இவையனைத்தும் மாஸ்ட்டாய்டு அறையுடன் தொடர்புடையவை. அதனால் மாஸ்ட்டாய்டு காற்றறையிலுள்ள நீர், சீழ் முதலியன அனைத்துச் சிற்றறைகளுக்கும் பரவுகின்றன.

மாஸ்ட்டாய்டு அழற்சி நடுச்செவியிலிருந்து பரவுவதால் உண்டாகிறது. இதை நடுச்செவி அழற்சியின் சிக்கல் என்றே சொல்லலாம். சாதாரணமாகத் தீவிர நடுச்செவி அழற்சி மாஸ்ட்டாய்டு செல்களிலும் ஊடுருவும். ஆனால் நடுச்செவி

அழற்சி முழுக் குணமடையும்போது மாஸ்ட்டாய்டு அழற்சியும் மறைந்துவிடும். நடுச்செவி அழற்சி, தோன்றியுள்ள அனைவருக்கும் மாஸ்டாய்டு அழற்சி வருவதில்லை. நடுச்செவி அழற்சியை முற்றிலும் போக்காமையும் உடல்நலம் குன்றியுள்ளமையும் நோய்க்குக் காரணங்களாகும்.

முறையான மருத்துவம் உடனே செய்யாதபோது மாஸ்ட்டாய்டு சுற்றியுள்ள காற்றறைகளின் சுவர்கள் அழிக்கப்பட்டுச் சீழ்பரவிக் குழிப்புண் உண்டாகிறது. எலும்புத் திசுக்கள் மேலும் சிதைவுற்றுச் சீழ் வெளியேற முயல்கிறது. மாஸ்டாய்டு புடைப்பின் வெளிப்பரப்பின் மீது எலும்புறையின் கீழே சீழ் பரவிவிடும். சிறிது சீழ் செவிப்பறைத் துளை வழியாக வெளியேறும். செவிச் சிறகு செவிப்பறைத் துளை வழியாக வெளியேறும். செவிச் சிறகு தூர்க்கப்பட்டு அதன் பின் மடிப்பு வீங்க விரலால் அழுத்தினால் மென்மையும் வலியும் உணரப்படும். இந்நிலையில் சில சிக்கல்கள் தோன்றலாம். மூளையிலிருந்து வெளியேறுகிற பெரும் சிரையின் உள்ளும் வெளியும் சீழ் தோன்றும். பெருமூளை, சிறு மூளை அழற்சி, மூளை உறை அழற்சி ஆகியவையும் தோன்றலாம். முக நரம்பும் பாதிக்கப்பட்டு முகம் கோணலாகலாம்.

அறிகுறிகள். காதில் வலி மடலின் பின்புறம் தொட்டால் வலி, தலைவலி, பசியின்மை, தூக்கமின்மை, காய்ச்சல், செவிடு ஆகியவற்றுடன் வெளிச்செவித் துளையும் சுருங்கலாம். மடலின் பின்பக்கம் விரலால் அமுக்கினால் கூழ்போன்ற உணர்வில் எலும்புறையின் அடியிலிருந்த சீழ் தோலின் கீழ் வந்து புரையோடிய புண்ணாகலாம். சீழ் வடிந்துவிட்டால் காய்ச்சலும் வலியும் குறைந்துவிடும். சில சமயம் மாஸ்ட்டாய்டிலிருந்து சீழ் காதின் முன்பக்கம் சைகோமா எலும்பின் வெளியே பரவிப் புடைப்புத் தோன்றும். அவ்வாறு கீழ்நோக்கிப் பரவினால் கழுத்துப் புடைக்கும்.

நோய் நாடல் எளிது. செவிப்பறையில் துளை, காதில் சீழ் மடலின் பின்புறம் வலி, வீக்கம், காய்ச்சல், தலைவலி ஆகிய குறிகளைக் கொண்டே முடிவு செய்ய முடியும். எக்ஸ் கதிர்ப் படம் மாஸ்ட்டாய்டு காற்றறைகள் கலங்கியுள்ளமையையும் முற்றிய நிலையில் குழிப்புண் உள்ளமையையும் காட்டும். குருதியில் வெள்ளணுக்கள் மிகும். குருதிச் சோகையும் இருக்கலாம்.

மருத்துவம். தீவிர நடுச்செவியைச் சிறந்த முறையில் குணப்படுத்த வேண்டும். தொடக்கத்தில் மாஸ்ட்டாய்டு அழற்சியைப் போக்க மிகு திறனுள்ள நுண்ணுயிரி எதிர் மருந்தை ஊசி மூலம் பத்து நாளாவது கொடுக்க வேண்டும். குணம் தெரியாவிடினும் காய்ச்சல் குறையாவிடினும் முக நரம்புக் கோணல் இருப்பினும் மடலின் பின் பகுதியில் புரையோடிய புண் இருந்தாலும் அவசர அறுவை இன்றியமையாதது.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தீவிர வயிறு

வயிற்றில் ஏதாவது ஓர் உறுப்பில் துளை ஏற்படுதல், கட்டி உடைதல் தீவிர குடல் அடைப்பு, சூலக நீர்ப்பை முறுக்கிக் கொள்ளுதல் (torsion of ovarian cyst), குடல் தமனியில் குருதித்துகள் அடைப்பு (embolism), தீவிர கணைய அழற்சி, தீவிர இரைப்பை விரிந்த நிலை மிகத் தீவிரமான வாந்திபேதி (gastroenteritis) போன்றவை அதிர்ச்சியை ஏற்படுத்தும் தீவிர வயிற்று நிலைகளாம். குடல், சிறுநீரகம், பித்தப்பை, குடல்வால், இரைப்பை ஆகியவற்றில் ஏற்படும் பிழியும் தன்மையுள்ள வலி, குடல், வாய் அழற்சி கணையத்தில் கல், மிதக்கும் சிறுநீரகம், வேற்றிடத்தில் தோன்றும் வலி (referred pain) முதலியவை அதிர்ச்சியை ஏற்படுத்தாத தீவிர வயிற்று நிலைகள் ஆகும்.

- சுவயம் ஜோதி துரைராஜ்

இரைப்பைக் குடல் நோய்களில் தீவிர வயிற்று வலியே சிக்கலானது. வயிற்று உள்ளுறுப்புகள் எவையும் அழற்சியடைந்து வலியை உண்டாக்கலாம். வலி தோன்றும் இடம், அதன் பரவல் தன்மை, தீவிரத்தன்மை காலக்கட்டம், அடிக்கடித் தோன்றும் நிலை தோன்றும் நேரம் ஊக்குவிக்கும் மட்டுப்படுத்தும் நிலைகள் போன்றவை நோய் உறுதி செய்வதில் உதவி புரியும். வலியுடன் கூடிய வாந்தி, காய்ச்சல் மயக்கம் போன்ற பிற அறிகுறிகளும் நோயறுதியிட உதவும்.

இரைப்பைப் புண் வலி தனித் தன்மை வாய்ந்தது. இவ்வலி மேல் வயிற்றுப் பகுதியிலேயே காணப்படும். உணவு உண்டவுடனோ பசியாக இருக்கம் போதோ வலி உண்டாகிறது. உணவு அருந்தியவுடன் தோன்றும் வலி வாந்தி எடுத்தால் நின்றுவிடுகிறது. பசியின்போது ஏற்படும் வலி உணவு உண்டவுடன் நின்றுவிடுகிறது. வாந்தியில் சிலருக்குக் குருதி வெளிப்படுகிறது.

குடல் வால் அழற்சியில் வலி திடீரென்றே தோன்றுகிறது. வலி முதலில் கொப்பூழின் அருகே தோன்றிச் சிறிது நேரத்தில் கீழ் வயிற்றின் வலப் பக்கத்தை அடைந்து நிலைபெறுகிறது. அப்போது வாந்தியும் உண்டாகலாம். தொட்டாலும் வலி ஏற்படுகிறது. மக்பர்னியின் புள்ளி என்னும் இடத்தில் இவ்வலி தோன்றுகிறது. கொப்பூழிலிருந்து கீழ்நோக்கிக் குறுக்காக

முன்புற மேல்புற இலியக (illiac) துருத்தத்திற்கு ஒரு கோடு வரைந்தால் இதை மக்பர்னியின் கோடு எனலாம். இதன் மையப்பகுதியில் குடல் வால் அழற்சியின் வலி தோன்றுகிறது.

கணைய அழற்சியின்போதான வலி வயிற்றின் குறுக்காகச் செல்கிறது. இது கணையத்தின் உடற்கூற்று அமைப்பைப் பொறுத்துள்ளது. இது போன்றே பித்தநீர்ப்பையின் அழற்சி வலி கீழ் விலா எலும்புகளின் அருகே காணப்படும். சிறுநீரக மண்டலக் கற்களின் வலி மேலிருந்து கீழ் நோக்கி ஆண்குறி வரை செல்கிறது. பெண்களில் பெண்குறிப் பேரிதழ் வரை இவ்வலி நீடிக்கிறது.

- மு.கி. பழனியப்பன்

தீவு உயிரி நிலவியல்

கண்டங்களிலிருந்து நீண்ட தொலைவிலுள்ள தீவுகளில் மிகவும் குறைந்த எண்ணிக்கையிலேயே தாவரங்களும், விலங்குகளும் காணப்படும். இவ்வுயிரினங்களில் சில சமயங்களில் தக அமைவுக் கதிர்வீச்சு (adaptive radiation) அமைந்திருக்கும். உயிரினங்களின் ஒதுக்கீட்டு அளவு அதிகரிப்பதற்கு ஏற்றவாறு அந்தத் தீவுகளில் உள்ள உள்ளுமை இனங்களின் (endemic species) அளவும் மிகும். மேலும் இதற்கு வாழ்விடங்களின் சிக்கலான அமைப்பும் துணைபுரியும். குறிப்பிட்ட தீவுகளில் வாழும் தாவர, விலங்குகள் ஏனைய நிலப்பகுதிகளில் உள்ளவற்றுடன் தொடர்பு கொள்வதற்குப் புவியியல் தடையாக அந்தத் தீவுகளைச் சுற்றிலும் கடல் உள்ளது. எனவே தாவரங்களின் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கும், விலங்குகளின் கலவிக்கும் அந்தத் தீவில் உள்ள தாவர,விலங்குகளையே நம்பியிருக்கும் இன்றியமையாமை ஏற்படுகிறது. இதனால் தீவுகளில் உள்ள உயிரினங்களில் அங்கேயே தனித்ததொரு பாதையில் படிமலர்ச்சி ஏற்படுகிறது. தீவுகளில் உள்ள உயிரினங்களின் பண்புகள் கண்டப்பகுதியில் உள்ள உயிரினங்களின் பண்புகளினின்றும் முற்றிலும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இதன் விளைவாகத் தீவுகளுக்கே உரித்தான சில தாவர, விலங்குகள் காணப்படுகின்றன. இதற்கு உள்ளுமை என்று பெயர்.

ஆஸ்திரேலியாக் கண்டத்தில் காணப்படும் சிறப்பான அமைப்புகளோடு கூடிய தாவர, விலங்குகளை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். இத்தகைய தாவரங்களில் பேருருவத்தன்மையும் (gigantism) விலங்குகளுள் பறவைகளின் பறவாத் தன்மை போன்றவையும் தீவுகளில் காணும் உயிரினங்களில் காணப்படுகின்றன. தீவுகளில் உள்ள தாவர வளமும், விலங்கு வளமும் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை. எண்ணிக்கையில் குறைந்துள்ளமையோடு, அவற்றின் பொருளாதாரச் சிறப்புகளும் மிகுந்திரா. தீவுகளில் உள்ள தாவர, விலங்குகளின் தோற்றம் பற்றிய ஆய்வுகள் குறிப்பிடத்தக்கன.

சார்லஸ் டார்வின், ஆல்.ஃ.பிரட் ரசல் போன்ற அறிஞர்கள் கரிமப் படிமலர்ச்சிப் (organic evolution) பற்றிய தம் கருத்துகளைத் தீவுகளில் காணப்பட்ட உயிரினங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டே வகுத்தனர்; மற்றும் படிமலர்ச்சிச் செயல்முறைகளைப் பற்றி ஆராய்வதற்குத் தீவு வாழ் உயிரினங்களே ஏற்றவை. சூழ்தொகுப்பு இயல்பு, விதம், பணிமுறை ஆகியவை பற்றி ஆய்வதற்கும் தீவுகளே ஏற்றவை.

தீவுகளின் இயல்பும் வகைப்பாடும். தீவுகள் பலவும் தம்முள் மிகுந்த வேறுபாடுகள் கொண்டவை; இதற்குத் தகுந்தவாறு அந்தத் தீவுகளில் உள்ள உயிரினங்களும் வேறுபட்டுள்ளன. தீவுகள் உயர்ந்தவை, தாழ்ந்தவை, சுண்ணாம்புக்கல், கருங்கல், உருமாற்றப் பாறைகளினால் ஆனவை, இவை கலந்து காணப்படுபவை எனப் பல வகைப்படும். தீவுகள் கண்டங்களுக்கு அருகில் அமைந்திருந்தால் கண்டங்களுக்கு உரியவை (continental) என்றும், கண்டங்களில் நிலப்பகுதிக்கு நீண்ட தொலைவில் நடுக்கடலில் காணப்பட்டால் பெருங்கடல்களுக்கு உரியவை (oceanic) என்றும் சிறப்பாகப் பகுத்தறியலாம். ஆனால் மேற்காணும் வகைப்பாட்டிற்கு அறுதியான அடிப்படைகள் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாகத் தீவுகளை வறண்டவை, ஈரமானவை என்று பாகுபாடு செய்யப்புகின் இவ்விரு நிலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட பல தீவுகளும் உள்ளன. ஒவ்வொரு வகைத் தீவிலும் குறிப்பிட்ட வகையான உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. தாழ்வான தீவுகளில் வலிமை குறைந்த சிறிய விலங்குகளும், உயர்ந்த தீவுகளில் வலிமை மிகுந்த பெரிய விலங்குகளும் வாழ்கின்றன. இதே தன்மை தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது.

பெருங்கடல் தீவுகள் எந்தக் காலத்திலும், எந்தக் கண்டத்தின் நிலப்பகுதியுடனும் தொடர்பு பெறாதவை. இங்குள்ள உயிரினங்கள் ஒரு சில பேரினங்களையே சார்ந்தவை; அவை ஒழுங்கு சமநிலை அற்று, அவற்றின் வகைப்பாட்டுக் குடும்பங்களில் காணப்படும். கண்டத்தீவுகள் என்பவை ஒரு காலத்தில் பெரிய நிலப்பரப்பாக இருந்த கண்டத்தின் ஒரு பகுதியாக இருந்த பிறகு, காலப்போக்கில் பெரிய நிலப்பகுதியுடன் இருந்த தொடர்பு முற்றிலும் நீங்கப்பெற்று, தனித் தீவாக மாறியவை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக ஆஸ்திரேலியாக் கண்டத்தினைக்

கூறலாம். பெருங்கடல் தீவுகளுள் உறவாய்த் தீவுகள், காலப்பேகாஸ்,ஜுவான் ஃபெர்னாண்டஸ், ஃபிஜித் தீவுகள், மரியானாஸ், கரோலின்ஸ், மார்ஷல்ஸ், சொசைட்டித் தீவுகள், அசார்ஸ், கானரித் தீவுகள், டிரிஸ்டன், குன்ஹா, கெர்குலான், ஷிஷிலீஸ், அல்டய்ரா முதலியவற்றிலுள்ள உயிரினங்கள் ஆராயப்பட்டுள்ளன. கண்டத் தீவுகளுள் மடகாஸ்கர், ஜப்பான், ஃபார்மோசா, ஃபிலிப்பைன்ஸ், நியூகினியா, மலேயா, ஸ்ரீலங்கா, நியூசிலாந்து, ஆன்டிலிஸ், கலிஃபோர்னியா, இங்கிலாந்து போன்ற தீவுகளின் தாவர, விலங்கு வளங்கள் முற்றிலும் ஆராயப்பட்டுள்ளன.

உள்ளுமை. ஏனைய நிலத்திட்டுகளின் தொடர்ச்சியாக உள்ள தீவுகளையும், தாழ்வான பவளத்தீவுகளையும் தவிர, எஞ்சிய அனைத்துத் தீவுகளிலும் உள்ள உயிரினங்களின் வகைகள் வேறெங்கும் காணப்படாமல், அவ்வவ் தீவுகளில் மட்டுமே காணப்படுபவையாக, அவ்வவ் தீவுகளுக்கே உரிய சிறப்பு வகைகளாக அமைந்துள்ளன. தெற்குக் கலிஃபோர்னியாவைப் போன்ற கடற்கரைத் தீவிலும் சில இனங்கள் உள்ளுமை பெற்று விளங்குகின்றன. உயர்ந்த தீவுகளில் உள்ளுமை பெற்ற இனங்களின் விழுக்காடு, அந்தத் தீவுகள் பெரிய நிலத்திட்டுகளிலிலிருந்து எவ்வளவு தொலைவு விலகி ஒதுக்கப்பட்டிருந்தன என்பதைப் பொறுத்து அமைகிறது. ஹவாய்த் தீவுகளில் அந்தத் தீவிற்கே உரித்தான உள்ளுமை பெற்ற இனங்கள் 95%இல் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றை கொண்ட தாவரங்கள் உள்ளன. ஹவாய்த் தீவுகள் ஏனைய நிலத்திட்டுகளிலிருந்து தொலைவில் அமைந்துள்ளன. அனைத்துத் தீவுகளிலும் ஒரு சில இனங்கள் விரவியுள்ளன. அவற்றுள் பெரும்பாலானவை கடற்கரையோர இனங்கள், நீர் வாழ்பவை, சதுப்புநில வாழ்பவை, புகுத்தப்பட்ட களைகளாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட தீவில் முதன்முதலில் காணப்பட்ட அடிப்படை உயிரி வகை, அந்தத் தீவிலேயே அண்மையில் வேறுபாடு அடைந்ததாகவும், இவ்வேறுபாட்டின் மூலம் அண்மையில் படிமலர்ச்சியடைந்ததாகவும் இருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட வாழ்விடத்திற்குரிய தகவமைவு பெற்ற இனங்கள் ஒரு பேரினத்தில் இருப்பின் தகவமைவு கதிர்வீச்சு எனப்படும். இதற்குச் சார்லஸ் டார்வின் காலப்பேகாஸ் தீவுகளில் கண்ட ஜியோபிசிடி என்னும் தொகுதியைச் சேர்ந்த சிறு பறவைகளையும், ஹெடியோடிஸ் என்னும் ரூபியேசிக் குடும்பத் தாவரம் ஹவாய்த் தீவுகளில் காணப்படுவதையும் எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். மற்றும் குறிப்பிட்ட தாவர ஓம்புயிரிகளில் குறிப்பிட்ட பூச்சிகள் வாழ்வதற்கு ஏற்ற தகவமைவுகள் பெற்றுள்ளன. ஏனைய சில பேரினங்கள் புவியியல் ஒதுக்கீட்டிற்கேற்ப, பல இனங்களாக மாறுபட்டு அவை ஒரே மாதிரியாக உள்ள வாழ்விடங்களில் வாழ்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஹவாய்த் தீவுகளில் உள்ள ஜெஸ்னெரியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கிரைடாண்ட்ரா (Crytandra) என்னும் தாவரத்தைக் கூறலாம்.

உள்ளுமை பெற்ற உயிரினங்கள், ஒரு காலத்தில் பெரிய அளவில் மிகப் பரவலாக அமைந்திருந்து, அவை காலப்போக்கில் எண்ணிக்கையில் குறைந்து, அவற்றின் எச்சங்கள் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக லைனோதாம்னஸ் ஃபுளோரிபண்டஸ் (*Lyonothamnus floxi bundus*) என்னும் தாவரம் தற்போது கலிஃபோர்னியாத் தீவுகளில் மட்டும் உள்ளுமை பெற்றுக் காணப்படுகிறது. ஆனால் டெர்ஷியரிக் காலத்தில் பல இடங்களிலும் பரவலாக வாழ்ந்திருந்தது என்பதற்குத் தொல்லியல் படிமச் சான்றுகள் உள்ளன. இத்தகைய குறிப்பிட்ட தீவுகள், போட்டி போன்ற ஒவ்வாச் சூழ்நிலையினின்றும் தாவரத்தைத் தப்புவித்து, அத்தாவரம் வாழப் புகலிடம் தருகின்றன. கண்டங்களில் ஒவ்வாக் காலநிலை காணப்பட்டாலும், தீவுகளில் உரிய காலநிலை அமைந்துள்ளது.

தாவர, விலங்கு வளங்களின் நிலவயில். தீவுகளினின்றும் முற்றிலும் பிரிக்கப்பட்ட உயிரினங்களின் நிலவியல் பரவல் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் அமைந்துள்ளது. அதனால் இவ்வுயிரினங்களை ஒரே மாதிரியான பரவல் பெற்றவை என்றும், பொதுவான நிலவியல் தோற்றம் பெற்றவை என்றும் பகுக்கலாம். தீவுகளில் காணப்படும் பேரினங்கள், இனங்களின் உறவுமுறையை ஏனைய பகுதிகளில் உள்ள வகைப்பாட்டியல் தொகுதிகளுக்கு இடையே அமைந்த உறவு முறைகளின் அடிப்படையில் ஊகிக்கலாம். ஹவாய்த் தீவுகளில் பெரும்பான்மையாக உள்ள சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைத் தாவரங்களும், தரைவாழ் முதுகெலும்பு அற்ற விலங்குகளும், இந்தோ மலேயப் பகுதியின் தென்மேற்குப் பகுதியில் உள்ளவற்றை ஒத்துள்ளன. இத்தகைய உயிரினங்களுடன் தொடர்புடையவை ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்துத் தீவிலும், ஒரு சில அமெரிக்காவிலும், சில பாலினேஷியாவிலும் காணப்படுகின்றன. பசிபிக் மேற்குத் தீவுகளில் உள்ள உயிரினங்களுள் பல இந்தோ-பசிபிக் பகுதிகளில் உள்ள இனங்களுடன் பெரும்பான்மையான பண்புகளில் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன; ஆனால் அந்த உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை கிழக்கே செல்லச் செல்லக் குறைந்து காணப்படுகிறது. இதற்கு விதிவிலக்காக ஹவாய்த் தீவுகளில் வலிமையான உள்நாட்டுப் படிமலர்ச்சியின் விளைவாகப் பல இனங்கள் காணப்படுகின்றன.

பரவல். தீவு உயிரினங்களின் பரவல் நன்கு புலனாகவில்லை. தீவுகளில் இப்போதுள்ள உயிரினங்களோ, அவற்றின் முன்னோடிகளோ அந்தத் தீவினை அடைந்தவிதம் இதுவரை தெளிவாகவில்லை. பெருங்கடல் தீவுகளில் இப்போது காணப்படும் உயிரினங்கள் உள்ளமைக்கான வித்து, சிதல், முட்டை முதலானவை காற்று, நீர், பூச்சி, பறவை போன்ற விலங்குகளால் கொண்டு சேர்க்கப்பட்டு, அங்கு அவை பலவாறாகப் பெருகியிருக்கலாம் என்னும் கருத்து ஏற்புடையது. இப்போது ஆழமற்ற மணல் திட்டுகளையும், சிறுசிறு நீர்க்குன்றுகளையும் பெற்றுள்ள தீவுகளின் மூலமாகப் பெரிய நிலப்பகுதியிலிருந்து வித்து, சிதல், முட்டை முதலியவை இத்தீவுகளை அடைந் திருக்கலாம்.

அமைப்பியல் தனித்தன்மைகள். தீவு உயிரி னங்களில் சில குறிப்பிடத்தக்க, சரிவர அறியப்படாத பண்புகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாகச் சிறுசெடியாக உள்ள தாவரங்களுள் பேருருவத் தன்மையும், மர வளர் உருவமும் காணப்படுகின்றன. இதேபோல் பூச்சிகள் பறவைகளில் பறவாத் தன்மையும், பேருருவத் தன்மையும் காணப்படுகின்றன. காலப்பேகாஸ், அல்டாப்ரா, நியூசிலாந்தின் மோவாஸ் போன்ற தீவுகளில் மிகப்பெரிய ஆமைகள் உள்ளன. பல தீவுகளிலும் ரோஜா போன்ற குவி அமைப்புடைய மரங்கள் காணப்படுகின்றன. வெப்ப மண்டல மலைகளிலும் இத்தகைய பண்புகளைப் பெற்ற உயிரினங்கள் உள்ளன. பெருங்கடல் தீவுகளில் மேயும் விலங்குகள் இராமையினால் அங்குள்ள சிறு செடிகள் விலங்குகளினால் மேயப்படாமலும், மிதிக்கப்படாமலும், அவற்றிற்கு எதிர்ப்புத் திறம் பெற்ற அமைப்புகள் அற்றுக் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய தீவுகளில் உள்ள தாவரங்களின் பாதுகாப்பிற்கென இயல்பாகக் காணப்படும் சிறு முள்களும், பெரிய முள்களும் அமைவதில்லை.

தீவுகளின் படிமலர்ச்சி. அமைப்பியல் தனித் தன்மைகளின் தோற்றமும், இயல்பான வேறுபாடுகளுடன் கூடிய உயிரினங்களும் சுவையான தகவல்கள் தருகின்றன. தீவுகள் கரிமப் படிமலர்ச்சிக் கொள்கையை உருவாக்கு வதற்குரிய நிலைக்களன்களாக விளங்குகின்றன; மற்றும் தொடர்பற்ற படிமலர்ச்சிக் கருத்துக்கான சான்றுகளும் தீவு உயிரினங்களின் ஆய்வினால் கிடைக்கின்றன. மரபியல், இன வேறுபாடுகளைத் தவிர, தீவு உயிரினங்கள் தத்தம் இனங்களுக்குள் பல்லுருவத்தன்மைகளை (polymor phisms) வெளிப்படுத்துகின்றன. பாலினேசியத் தீவுகளில், குறிப்பாக ஹவாய்த் தீவில் காணப்படும் மெட்ரோசிடரோஸ் கொலினா (*Metrosideros collina*) என்னும் மரத்தில் சிக்கலான பல உருவமைப்புகள் உள்ளமை வகைப்பாட்டியலாரின் ஆய்விற்கிடமளிக்கிறது. இதற்கு மாறாக, சில இனங்கள் மரபியல் நெகிழ் தன்மைகளே இராமல் சிறுசிறு கூட்டங்களாகக் காணப்படுகின்றன.

முன்னொரு காலத்தில் வாழ்ந்து, தற்போது இராத ஹவாய்த் தீவினைச் சார்ந்த கிளர்மான்ஷியா ஹலிகாலே (*Clermontia haleakalae*), ஹெடியோடிஸ் குகியானா (*Hedyotis cookiana*) என்னும் மரங்களையும், பருந்து, காகம், வாத்து போன்ற விலங்குகளையும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். தீவுகளில் மேற்காணும் தகவமைவுக் கதிர்வீச்சும், நிலவியல் இனமாக்கமும் குறிப்பிடத்தக்க படிமலர்ச்சி அமைப்புகளாக விளங்குகின்றன. ஒதுக்கீடும், உயிரினங் களே இராத ஒரு சில இடங்களும், தீவு உயிரினங்களின் தொடக்கப் படிமலர்ச்சியில் நிலைத்த பண்புகளாக இருந்து, பின்னர் அவை பெருமளவு சிக்கலான உயிரினங்கள் உருவாவதற்கு வழி வகுக்கின்றன. தீவு உயிரினங்களில் பெரிய வரிசையிலான அளவு வேறுபாடுகளும், சிக்கல்களும் உள்ளன. அவற்றின் வளர்முறையினைத் தீவுகளின் இயற்பியல் தன்மைகளோடு ஒப்பிட்டு விளக்க இயலும்; இவ்வுண்மைகளினால் பெரிய நிலப்பரப்புகளைவிடத் தீவுச் சூழ் தொகுப்புகள் எளிமையானவை; சிக்கலற்றவை; எனவே அவற்றை நன்றாக வரையறை செய்து விளக்க முடியும். பெரும் சூழ் தொகுப்புகளின் படிமலர்ச்சியை விளக்கிக் கூறுவதற்கும், தீவுச் சூழ் தொகுப்புகள் பற்றிய தொடர்ச்சியான ஆழ்ந்த ஆய்வுகள் தேவைப்படுகின்றன.

எரிமலைத் தீவுகளின் உயிரினங்கள். புதிய எரிமலைக் குழம்புப் படிவுகளில் எவ்வித உயிரினங்களும் காணப்படுவதில்லை. எரிமலைக்குழம்பு அல்லது சாம்பல் பரப்பு குளிர்ந்தவுடன் அவற்றில் தாவர, விலங்குகள் சென்று வாழத் தொடங்குகின்றன. எரிமலைத் தீவுகளில் உள்ள உயிரினங்கள் ஒர வரிசையில் அமைந்துள்ளன. முதலில் ஆங்காங்கே உயிரினங்கள் வந்து, பெருகிக் கூட்டமைவுகள் ஆகின்றன. பிறகு தொடர்ந்து ஏற்படும் எரிமலை பீறிடுவதனால் அங்கு வாழ்ந்த உயிரினங்கள் அழிகின்றன. இச்சூழலில் வாழும் உயிரினங்கள் ஏனைய உயிரினங்களிலிருந்து ஒதுக்கப்பட்டு வாழ்கின்றன. அங்கு வாழ்ந்த உயிரினங்களிலேயே படிமலர்ச்சி ஏற்படுகிறது. பின்னர் ஒதுங்கிய தன்மை மறைந்து புதிய உயிரினங்கள் வந்து வாழ்ந்து, அதனால் மரபியல் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. எரிமலைகள் உடைக்கப்பட்டு மீண்டும் ஒதுக்கப்பட்டு, அதனால் அவ்வவ் பகுதிகளில் உள்ள பேரின, சிற்றின வகைகளும் காலப்போக்கில் படிமலர்ச்சி அடைகின்றன.

புதிதாக அங்கு வந்த உயிரினங்கள் திறந்தவெளிகளில் வாழாது முன்பே வாழும் உயிரினங்களுக்கு இடையே வாழுகின்றன. எரிமலை தொடர்ந்து செயல்படும்போது, அதனால் முன்பிருந்த வாழ்விடங்கள் அரிப்பினால் அழிந்து, புதிய வாழ்விடங்களுக்கு வழி யேற்படும். எரிமலைத் தீவுகளின் படிவுகளைச் சுற்றிலும் கடல் சூழ்ந்துகொள்கிறது. கடல் அலைகளினால் எரிமலைத் தீவுப்பகுதிகள் அரிக்கப்பட்டு அவை கடல் மட்ட அளவிற்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன.

வெப்ப மண்டலங்களில் கடற்கரையைச் சுற்றிலும் பவளத்திட்டுகள் உண்டாகி, அங்குப் புதிய உயிரினங்கள் வாழ வழி செய்கின்றன. அங்கு வாழ்பவை சுண்ணாம்புக்கல் கடற்கரைக்குரிய சிறப்பு உயிரினங்களாக விளங்குகின்றன. உயர்ந்த எரிமலைகள் மெதுவாகப் படிவுற்று அடங்கிய பிறகு உயரங்களைச் சார்ந்து வாழும் உயிரினங்களும், உயர்ந்த மலைப்பகுதிக்குரிய மழை அளவும், மழை மறைவுப் பகுதியும் நாளடைவில் மறைந்துவிடுகின்றன. வேறு பகுதிகளிலிருந்து பழைய எரிமலைக்குழம்பில் வாழத்தக்க புதிய உயிரினங்கள் அங்கு வந்து குடியேறத் தொடங்குகின்றன. இத்தகைய உயிரினங்களுள் பல மடிந்துவிடுகின்றன. தீவினைச் சுற்றிலும் பவளத்திட்டுகள் உண்டாகி, அங்குப் புதிய உயிரினக் கூட்டங்கள் வாழத் தொடங்குகின்றன.

பவளத் திட்டு உயிரினங்களும், சுண்ணாம்புக்கல் தீவுகளும். கடல் வாழ் தாவர, விலங்குகளின் கூடுகளினால் ஆக்கப்பட்ட சுண்ணாம்புக்கல் தீவுகள் வெப்பமண்டலங்களில் ஆங்காங்கே சிதறிக் காணப்படுகின்றன. தட்டையான, வளையம் போன்ற பெருமளவில் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் எழுகின்றன. இத்தகைய ஒரே வகையான சூழ்நிலை உள்ள தீவுகளில் மழை அளவு வேறுபடுகிறது; இவற்றிலுள்ள உயிரினங்கள் எண்ணிக்கையில் குறைந்துள்ளன. வறண்ட பவளத்திட்டுகளில் உள்ள உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைவு. எடுத்துக்காட்டாக, மார்ஷல் தீவுகளின் வறண்ட வடக்குப் பகுதிகளில் ஒரு பவளத்திட்டிற்கு 9 இனங்களும், மழை மிகுந்த தெற்குப் பகுதியில் ஒரு பவளத்திட்டில் 75-100 இனங்களும் உள்ளன. ஒரே தீவில் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு இத்தகைய வேறுபாடுகள் உள்ளன. இப்பகுதியில் உள்ளுமை பெற்ற இனங்கள் மிகவும் குறைவு. மிகவும் குறைந்த உயரம் உள்ள அல்டய்ரா பவளத்திட்டில் உள்ள உயிரினங்கள் எண்ணிக்கையில் மிகுதி.

உயர்ந்த சுண்ணாம்புக்கல் தீவுகளில் உள்ளுமை மிகுந்த இனங்கள் காணப்படும். தீவுகளில் உள்ள தாவர, விலங்கு வளங்கள் மிக விரைவாக மறைந்துவிடுகின்றன. பெரிய செடி உண்ணி விலங்கு, எலி, அயல் நிலப் பகுதியிலிருந்து வந்து குடியேறித் தீவுத் தாவரங்களுடன் போட்டியிட்டு, வெற்றிகரமாக வளர்ந்து வரும் புதிய தாவரம், மனித முயற்சியினால் ஒரு பெரும் நிலப்பகுதியில் உள்ள தாவரங்கள் அழிக்கப்படுதல் ஆகியவற்றினால் தீவுகளில் உள்ள உயிரினங்களும் பெரும் எண்ணிக்கையில் குறைகின்றன அல்லது ஒரு சில அழிந்துவிடுகின்றன. மனிதனின் எண்ணிக்கை பெருகப்பெருக, அவன் இடைவிடாத தேவைகளை நிறைவேற்றும்பொருட்டுப் பல வாழ்விடங்களில் உள்ள உயிரினங்களின் வளர்ச்சி குறைந்து, வாழ்க்கை குலைக்கப்பட்டு, இறுதியில் இவ்வுயிரினங்கள் அழிகின்றன. மனிதன், தான் வாழும் சூழலை முற்றிலுமாக மாற்றி அமைக்க முனையும்போது மிகு எண்ணிக்கையிலான இனங்கள் அழிந்து, அரிதாகப் பின்னர் அவை இராமலே போய்விடுகின்றன. பல தீவுகளில் உள்ள தாவர, விலங்குகளைச் சரிவரப் பாதுகாக்காமல் விட்டுவிட்டால், அரிதாக உள்ள தாவர, விலங்குகளின் சிறப்புமிக்க பல பண்புகளை ஆராய்வதற்கு வாய்ப்பின்றிப் போகும்.

கொள்கை. கி.பி. 1960ஆம் ஆண்டு வரையில் தீவு உயிரி நிலவியலைப் பற்றிய ஆய்வுகள் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே நடைபெற்றன. அதனால் அதுபற்றி ஒருசில புள்ளிவிவரங்களும் கண்டுரைகளுமே இருந்தன. தீவுகளில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் இருக்கை, பரவல் ஆகிய கட்டுரைகளும் புள்ளி விவரங்களும் அந்தத் தீவுகளில் பழங்காலத்தில் நிகழ்ந்தவற்றை அறியும் தொல்லுயிர்ப்படிமச் சான்றுகளும் தீவு உயிரிநிலவியலை அறியத் துணையாக நின்றன. காற்று, விலங்கு, நீர் மூலமாகக் கொண்டு வரப்பட்ட வித்துகளைத் தடுத்து, அவற்றினின்று சிறப்பான செய்திகளை அறிதல் கடினமாகவிருந்தது. இது பற்றிய முழு உண்மைகளை அறிந்து கொள்ள எவ்விதக் கொள்கையும் உருவாகவில்லை.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

துகள் இயல்புகள்

நுண்ணிய அளவு கொண்ட திண்மங்களும் நீர்மங்களும் துகள்கள் எனப்படும். ஒரு திண்மம் துகள் நிலையிலே வெளிப்படுத்தும் பண்புகள், அதே திண்மம் கட்டியாக இருக்கும்போது கொண்டுள்ள பண்புகளிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளன. உலர்ந்த நுண்ணிய துகள்களின் திரட்சியே பொடி (powder) எனப்படும். பாய்மத்தில் துகள்கள் சிதறிய நிலை, பரவுகை (dispersion) எனப்படுகிறது. திண்மமோ, நீர்மமோ துகள் துகளாக வளிமத்தில் சிதறி நின்றால் அது

தூசுப் படலம் என்று குறிப்பிடப்படும். நீர்மத்தில் திண்மத் துகள்கள் சிதறிய நிலை கரைசால் (sol) எனப்படும்.

துகள்களின் சிறப்பியல்புகள் அவற்றின் குறுக்களவுகளுக்குத் தொடர்புடையவை. ஏனைய காரணிகளுள் துகளின் வடிவம், அடர்த்தி இயைபு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை. துகள் குறுக்களவைக் குறிக்கும் அலகு மைக்ரோமீட்டர் அல்லது மைக்ரான் ஆகும். வேதிப் பொறியியலில் துகளின் குறுக்களவைக் குறிப்பிடுவதற்கு அத்துகள் எந்தளவு சல்லடையால் நுழையவிடாமல் தடுக்கப்படுகிறதோ, அச்சல்லடையின் வலைத்துளை அளவைப் பயன்படுத்துதல் வழக்கம். இயற்கை வகையாயினும்,தொகுப்பு வகையாயினும் துகள்கள் யாவும் ஒரே சீரான குறுக்களவு கொதண்டிரா. ஆகையால் துகளின் அளவுகளின் பங்கீடு ஒரு துணையலகாகிறது.

பொடியாக்கல் (comminu tion), வெடித்துத் தெறிக்க வைத்தல், அரைத்தல், தெளித்தல் ஆகியன இக்கூழ்மநிலையை உருவாக்கப் பயன்படும் உத்திகளாகும். சிதறிய துகள் நிலையை உருவாக்குவதற்குக் கரைசல் நிலைப் பொருளிலிருந்தும் தொடங்கலாம். ஆவிநிலைப் பொருளைக் குளிர்வித்தும், ஆவி அல்லது கரைசல் நிலையில் வினை நிகழ்த்தியும் இவ்வகைக் கூழ்மத்தைப் பெறலாம். ஆவியை ஒடுக்கித் தயாரித்தாலும், கட்டியை நொறுக்கித் தயாரித்தாலும் துகள்கள் திரள் நிலையை (flocculation) அடைய முயலுகின்றன.

ஒரு பாய்மத்தில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ள துகள்மீது ஒரு விசை செலுத்தப்பட்டால், துகள் முடுக்கிவிடப்பட்டு ஓர் இறுதித் திசைவேகத்தை (terminal velocity) அடைகிறது. இந்நிலையில் செலுத்தப்படும் விசையும் நீர்மத்தின் உராய்வினால் தோன்றும் எதிர்விசையும் ஒன்றையொன்று சமன் செய்கின்றன. பவிப்பீர்ப்பினால் கீழிறங்கும் துகளைப் பொறுத்தவரை, இத்திசைவேகம் படிவுத் திசைவேகம் (settling velocity) எனப்படும். நீர்மத்தின் சிதறிய திண்மத் துகள்கள் நீர்ம மூலக்கூறுகளினால் மோதல்களுக்குள்ளாகி அதன் விளைவாக அவை சீர்மையற்ற, தாறுமாறான ஓட்டத்தை நிகழ்த்துகின்றன. பிரௌனியன் இயக்கம் எனப்படும் இவ்வோட்டத்தை நுண்ணோக்கிகள் துணைகொண்டு காணலாம்.

துகள்களின் இயல்புகள் பல தொழிலக முறைகளில் முதன்மை பெறுகின்றன. பலபடித்தான வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்துகையில் வினையூக்கிகளின் புறப்பரப்பளவு-(surface area) முதன்மை வாய்ந்த துணையலகாகிறது. இதனைக் கருத்தில்கொண்டு, பிளத்தல் செயல்முறையில் (cracking process) வினையூக்கி, பாய்மநிலைப் படுகையாகப் பயன்படுகிறது.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துகள் காணிகள்

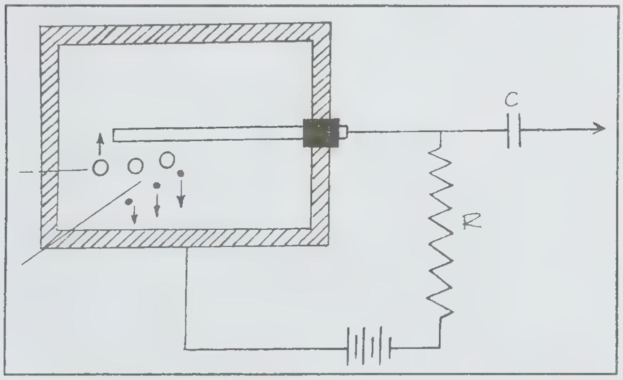
எலெக்ட்ரான், புரோட்டான்,நியூட்ரான் இவற்றைத் தவிர, மெசான்கள், ஹைபரான்கள் என்று நுண்பொருள் உலகில் நூற்றுக்கணக்கான அடிப்படைத் துகள்களை (elementary particles) இனங்கண்டுள்ளனர். இவற்றின் தடமறிந்து ஆயவும், தனித்தன்மைகளை அறியவும் எக்ஸ் கதிர், காமாக் கதிர் போன்ற உயர் ஆற்றல் மின்காந்தக் கதிர் வீச்சுகளை (electro magnetic radiations) அளவிடவும் பற்பல ஆய்கருவிகள் பயன்படுகின்றன. இவை பொதுவாகத் துகள்காணி (particle detector) எனப்படும்.

கண்களின் பார்வை நுட்பம் நுண்துகள்களைக் கண்டுணரப் போதுமானதாக இராமையால், துகள் காணிகள் மிகவும் இன்றியமையாதனவாயுள்ளன. உண்மையில் துகள் காணிகளின் பயன்பாட்டினால் அணுவியல், அணுக் கருவியல், அண்டக் கதிர், அடிப்படைத்துகள் போன்ற துறைகள் வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. கதிரியக்கத் தனிமங் களைக் கண்டறிந்தமையும், புவியில் அவற்றின் செழுமையை மதிப்பிட்டறிந்தமையும், அணு, அணுக்கரு, அடிப்படைத் துகள்களின் கட்டமைப்புப் பற்றிய உண்மைகளைத் தெரிந்து கொண்டமையும், அடிப்படைத் துகளின் இடையீடுகள் மூலம் இயற்கை விசைகளைப் பற்றிய விவரங்களைப் புரிந்து கொண்டமையும், அண்டக் கதிர்களின் இடையறாத தாக்குதல்களினால் புவியைச் சுற்றித் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வான் ஆலன் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களைப் (Van allen radiation belts) பற்றி அறிந்து கொண்டமையும் குறிப்பிடத் தக்கன. மேலும் துகள் காணிகள், நியூட்ரான் தூண்டல். (neutron activation) எக்ஸ் கதிர் உடன் ஒளிர்தல் (X-ray fluorescence) பகுப்பாய்வு மூலம் திண்மப் பொருள்களைப் பகுப்பாய்வு செய்தல் போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன.

வகைப்பாடு. துகள் காணிகளைக் கட்புலனாகும், கட்புலனாகாத் தடங்காட்டிகள் என இருவகைப்படுத்தலாம். துகள்காணிகளை அவற்றின் பயன்பாட்டிற்கு ஏற்றவாறு வகைப்படுத்தியுள்ளன. ஒரு தனித்துகள் அல்லது ஒளித்துகளைக் (photon) கண்டு ஆராயப் பயன்படும் துடிப்பலைத் துகள் காணிகளில் (pulse detector) துகள் அல்லது ஒளித் துகள் நிகழ்வு குறியீட்டு மின் அலைகளாக

மாற்றப்படும். ஒரு நிகழ்வின் (துகள் அல்லது கதிர்வீச்சு) சராசரி நிகழ்வு வீதத்தைக் கண்டறியப் பயன்படும் அயனிக் கலம் (ion chamber), தற்காப்பின் பொருட்டுக் கதிர்வீச்சுக் கண்காணித்தல், அணு உலைக்கு (atomic reactor) அருகில் நியூட்ரானின் பாயத்தை அளவிட்டறிதல் போன்றவற்றிற்கு இது பயன்படுகிறது. நுண் துகள் அல்லது ஒளித்துகளின் இருப்பிடம் அல்லது வழித் தடமறியப் பயன்படும் துகள் காணி இருப்பிட உணர்வுறு துகள் காணி (position sensitive detector) எனப்படும். வழித்தட முப்பரிமாண அமைப்பைப் படம் பிடித்துக்காட்டுவதற்குத் துகள் காணி (track imaging detectors) பயன்படுகிறது. காணியின் ஊடாகச் செல்ல ஒரு துகள் எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் ஓர் ஒளித்துகள். துகள் காணியில் உள்ள ஊடகத்தில் வினை புரிய எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் இவற்றைக் கண்டறியக் கால துகள் காணி (timing detectors) பயன்படுகிறது.

அயனிக்கலம். ஒரு திண்ம, நீர்ம அல்லது வளிமத்தின் ஏதாவதொரு கதிர்வீச்சினால் தூண்டப்படுகிற தூண்டல் விளைவுகளே ஒரு துகள் காணியில் பயன்படும். பொதுவாக இவ்விளைவு அதன் வழி செல்லும் கதிர் வீச்சின் தரம் அல்லது செறிவிற்கு ஏற்ப அமைவதால் துகள் காணிகளை அளவீட்டு முறைகளும் ஏற்றவாறு பயன்படுத்தலாம். பொதுவாக மின்னூட்டத்துகள்களால் உண்டாக்கப்படும் அயனியாக்கத்தையே துகள் காணிகளில் பயன்படுத்துகின்றனர். இது போன்ற துகள் காணிகளையே அயனிக் கலம் என்பர். அயனிக் கலத்தில் இரு மின்முனைகள் காற்றூடகத்தால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு மூடிய கலத்தினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் (படம் 1). ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மின்னழுத்தத்தைச் செயல்படுத்தி ஒரு மின்புலத்தைக் கலத்தினுள் ஏற்படுத்துவர்.



படம் 1. அயனிக்கலம்

கலத்தினூடாகச் செல்லும் ஒரு கதிர்வீச்சு தன் அயனியாக்கத்தால் நேர், எதிர்மின் அயனிகளை வழித்தடமெங்கும் ஏற்படுத்த அவை மின் முனைகளால் கவர்ந்திழுக்கப்பட்டுப் புறச் சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டம் நிகழ்வதற்குக் காரணமாகின்றன. செயற்படும் மின்னழுத்தத்தை மாற்றி இம்மின்னோட்டம் கதிர்வீச்சினால் உண்டாக்கப்படும் முதல் நிலை அயனிகளால் விளையும் மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாகவோ கூடுதலாகவோ இருக்குமாறு செய்யலாம். கதிர்வீச்சு உண்டாகும் முதல் நிலை அயனிகள் மேலும் அயனியாக்கத்தில் ஈடுபட்டு இரண்டாம் நிலை அயனிகளைத் தோற்றுவிப்பதால் இது இயல்கிறது. புறச்சுற்றில் மின்னோட்டத்திற்குக் காரணமான அயனிகளுக்கும் கதிர்வீச்சினால் முதலில் உண்டாக்கப்படும் அயனிகளுக்கும் உள்ள தகவு, வளிமநிலை அயனிப் பெருக்க எண் (gas multiplication factor) எனப்படும். அயனிக் கலத்தில் இதன் மதிப்பு ஒன்று ஆகும். ஆனால் விகித எண்ணிகளில் (proportional counters) இது 10 - 100 ஆகவும் கெய்கர் முல்லர் எண்ணிகளில் (Geiger - Muller counters) கூடுதலாகவும் இருக்கும். கெய்கர் முல்லர் எண்ணியில் உண்டாக்கப்படும் துடிப்பலை முதல் நிலை அயனிகளின் எண்ணிகையைப் பொறுத்து இராது என்பதால் இவ்வகைத் துகள்காணி கதிர்வீச்சைக் கண்டறியவே பயன்படுகிறது. கதிர்வீச்சின் தன்மைகளைக் கண்டறியப் பயன்படுவதில்லை. இம்மூன்று எண்ணிகளும் துடிப்பலை எண்ணிகளாகவும் தக்க மின் சுற்று மற்றும் குவார்ட்ஸ் நுண் இழை மின்காட்டிக் (quartz fibre electroscope) கருவிகளை இணைத்துச் சராசரி மின்னூட்டமறி எண்ணிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

அயனிக்கலத்தை அமைப்பதும் செயல்படுத்துவதும் எளிதென்பதால் இது பலவாறாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இதில் காற்றுத் துகள்களுக்கு வளி அழுத்தத்திலும் காமாக் கதிர்களுக்குச் சற்றுக் கூடுதலான அழுத்தத்திலும் எடுத்துக் கொள்ளப்படும். சிறப்புப் பயன்களுக்கு ஏற்பக் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு, நைட்ரஜன், ஆர்கான், மெத்தேன் வளிமங்கள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுவதுண்டு.

அயனிக் கலத்தின் பகுதிறன் மிகவும் குறைவு. பகுதிறன் என்பது அடுத்தடுத்து வரும் இரு கதிர்வீச்சுகளை இனங்காட்டுவதற்குத் தேவையான மிகக் குறைந்த காலத்தால் மதிப்பிடப்படும். இக்காலம் பகுத்துணர் காலம் (resolving time) எனப்படும். அயனிக் கலத்தின் பகுதிறன் குறைவாக உள்ளமைக்குக் காரணம் அயனிக் கலத்தில் முதல் கதிர்வீச்சால் உண்டாக்கப்பட்ட அயனிகள் அடுத்து வரும் கதிர்வீச்சு ஊடுருவி அயனிகளைத் தோற்றுவிப்பதற்கு முன்னால் அயனிக் கலத்தால் உட்கவரப்படாமையே ஆகும். முதல் கதிர் வீச்சு உண்டாகும் அயனிகளை முழுதும் கவர அயனிக்கலம் எடுத்துக் கொள்ளும் காலத்தைச் செயலுறாக்

காலம் (dead period) என்றும், அயனிகள் கவரப்பட்டு சுற்றில் மின்னோட்டம் நிகழ்ந்து மின்முனைகளில் செயல்படும் மின்னழுத்தம் வீழ்ச்சியுறுவதால் மின்முனை குறிப்பிட்ட வரம்புள்ள மின்னழுத்தத்தை மீண்டும் எட்ட எடுத்துக் கொள்ளும் காலத்தை மீட்புக்காலம் (recovery time) என்றும் கூறுவர். அயனிக்கலத்தின் பகுத்துணர் காலம் என்பது அதன் செயலுறாக் காலம், மீட்புக் காலம் இவற்றின் கூடுதலாகும். இக்காலத்தைக் குறைப்பதற்காக அதாவது அயனிக்கலத்தின் பகுதிறனை அதிகரிப்பதற்குக் கலத்திலுள்ள வளிமத்தின் சில குறிப்பிட்ட கரிமங்களின் ஆவிகளைக் குறிப்பிட்ட அளவில் சேர்க்க வேண்டும்.

இருப்பிடமறி, தடமறி துகள்காணி. இவ்வகைத் துகள்காணிகளும் துகள் மற்றும் கதிர்வீச்சுகளின் அயனியாக்கப் பண்பின் அடிப்படையிலேயே செயல் படுகின்றன. பல்லின விகித எண்ணி (multiwire proportional counter), பொறி கலம் (spark chamber) ஆகியன இவ்வகையினவாகும். துடிப்பலைகளை வகுப்பதற்கும் சுற்றில் மின்னோட்டம் தொடங்கி முடிவடைய எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் அல்லது காலதாமதம் இவற்றைக் கண்டறிவதற்கும் வளிம அயனிக்கலம், குறைகடத்தித் துகள்காணி (semiconductor detectors) ஆகியவற்றை ஓர் இருப்பிடமறி துகள் காணியாகப் பயன்படுத்தலாம். தடமறி துகள்காணிகள் அயனியாக்கத்தின் பின்விளைவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. வில்சனில் முகிற்கல் (cloud chamber), கிளேசரின் குமிழ்க்கலம் (bubble chamber) ஆகியன இவ்வகையின. முகிற்கலத்தில் மீகுளிர்வுற்ற ஆவி ஊடகமாகப் பயன்படுகிறது. அதன் வழியாகக் கதிர்வீச்சு செல்லும் போது வழித்தடமெங்கும்அயனிகள் தோன்ற நீர்மச் சுருக்கம் (condensation) காரணமாக அவற்றைச் சுற்றி நீர்மத் துளிகள் (droplets) தோன்றுகின்றன. இதைப் படம் பிடித்துத் துகளின் தடம், துகளின் சிதைவு வழி முறைகள் அவற்றின் வாய்ப்புப் போன்ற விவரங்களைக் கண்டறியலாம். குமிழ்க் கலத்தில் மிகு வெப்பமேற்றப்பட்ட நீர்மங்கள் ஊடகமாகப் பயன்படுகின்றன. அயனிகளைச் சுற்றிக் குமிழ்கள் தோன்றுவதால் துகளின் தடமறிந்து ஆராய முடிகிறது.

ஒளி உணரிப் பசைப் படலங்களும் (photographic emulsion) இவ்வகையினவே ஆகும். இது திண்மநிலைத் துகள்காணியாகும். இதனால் துகளின் வழித்தடத்தின் நெடுக்கை மிகவும் குறைவாக இருக்கும். இருப்பினும் இது பிற துகள் காணிகளைப் போலல்லாமல் தொடர்ந்து உணர்வு நுட்பம் மிக்கதாக உள்ளது. முகிற்கலம் குமிழ்க்கலங்களின் உணர்வு நுட்பம், மிகக் குறைவு. ஏனெனில் மீகுளிர்ச்சி, மிகு வெப்பம் இவை குறுகிய கால எல்லைக்குள் குறைந்து போய்விடும்.

சாதாரண ஒளிப்படப் பூச்சுப் படலங்களைவிடத் துகள் காணிகளாகப் பயன்படும் பசைப் படலங்கள், தன்மையாலும் சேர்க்கையாலும் மிகவும் மாறுபட்டுள்ளன. வெள்ளி புரோமைடால் உணர்வு நுட்பமேற்பட்ட ஜெலடின் (geletin) பூச்சுப்படலம் பொதுவாகப் பசைப் படலத் துகள் காணியாகப் பயன்படுகிறது. இதனுள் ஊடுருவிச் செல்லும் துகளின் ஆற்றலை

$$E = KR^{0.581}$$

என்னும் ஒரு கருதுகோள் சமன்பாட்டின் மூலம் மதிப்பிடுகின்றனர். இதில் K என்பது ஒரு மாறிலி ; இதன் மதிப்பு வெவ்வேறு துகள்களுக்கு வெவ்வேறாக இருக்கிறது. R என்பது மைக்ரான் (10^{-6} மீட்டர்) அலகில் பசைப்படத்தில் துகளின் ஊடுருவும் தொலைவின் நெடுக்கை (range) ஆகும்.

குறைகடத்தித் துகள்காணிகள். பின்னோட்ட மின்னழுத்தம் (reverse bias) கொடுக்கப்பட்ட ஒரு PN சந்திப்பின் அருகில் உள்ள மின்கடத்தாப் பகுதியான மின்னூட்டம் நேர் செய்யப்பட்ட வெறுமையாக்கப் பகுதி (depletion layer) துகள் காணியாகப் பயன்படுகிறது. இதற்குத் தூய சிலிக்கான் அல்லது செர்மானியம் மிகவும் ஏற்புடையது. எனினும் பயன் பொறுத்து வேறு சில குறைகடத்திகளையும் பயன்படுத்தலாம். முதல் நிலை அயனியாக்கத்தால் உண்டாக்கப்படும் அயனிகள் சேகரிப்பு இதில் பொதுவாகப் பயன்படுகிறது. சில சமயங்களில் ஆழ்சரிவு (avalanche) செயல் நிலைகளும் பயன்படுவதுண்டு. இதில் வலிவான மின்புலத்தால் மின்னூட்டம் பெருக்கத்திற்கு உள்ளாகிறது. குறைகடத்தித் துகள்காணிகள் துடிப்பலைத் துகள் காணிகளாகவும் சந்திப்பில் கசிவுறும் மின்னோட்டம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாகவும் இருந்தால் சராசரி மின்னோட்ட அல்லது தொகுப்பாக்க நிலையறி (integrating mode) துகள் காணிகளாகவும் இவை பயன்படவல்லன.

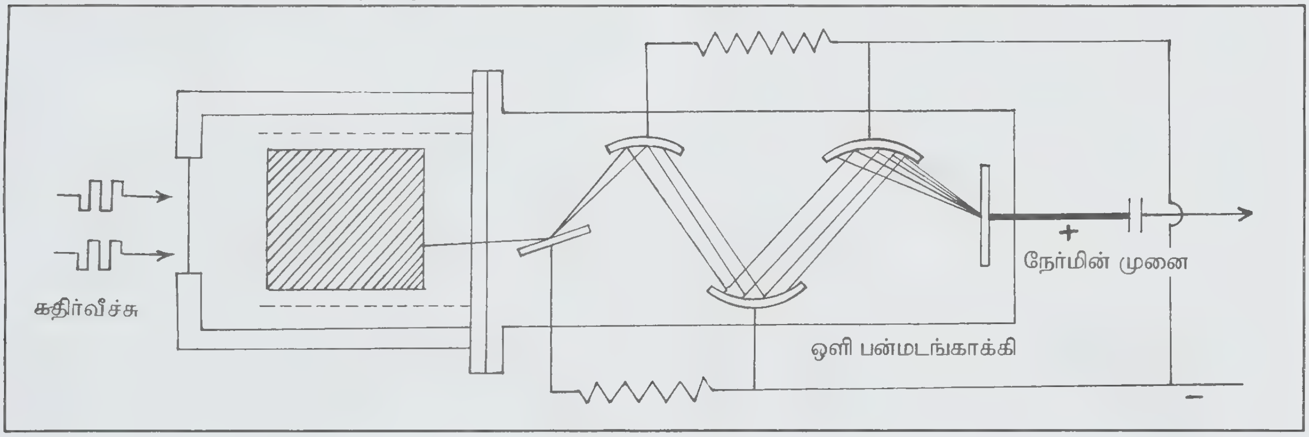
திண்மநிலை காரணமாகக் கதிர்வீச்சு மிகக் குறுகிய தொலைவிற்குள்ளே உள்ளேற்கப்பட்டுவிடும். எனவே இத்துகள்காணிகள் சிறிய வடிவில் இருக்கின்றன. மேலும் குறைகடத்திகளில் ஓர் எலெக்ட்ரான் - நேர் மின் துளை (hole) இணையை உண்டாக்க 3 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலே தேவை. ஆனால் அயனிக் கலத்தில் ஓர் எலெக்ட்ரான் - நேர்மின் அயனியை உண்டாக்க 3 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இதனால் கதிர்வீச்சின் ஆற்றலைத்

துல்லியமாக அளவிடக் குறை கடத்திகளால் முடிகிறது. இதன் காரணமாகக் குறைகடத்தித் துகள்காணிகள் அணு ஆய்வுக் கருவிகளில் பெரும் பங்கேற்றுள்ளன.

மினுமினுப்புத்துகள்காணி. ஒரு கதிர்வீச்சு ஊடகத்தை ஊடுருவிச் செல்லும்போது அயனியாக்கம் தவிர ஊடகத்திலுள்ள அணுக்களில் உள்ள புறச்சுற்று எலெக்ட்ரான்களைத் தூண்டிக் கிளர்ச்சி நிலையை ஏற்படுத்துவதும் உண்டு. கிளர்வுற்ற எலெக்ட்ரான் நிலைப்புத் தன்மை வேண்டி அடிமட்ட ஆற்றல் நிலைக்குத் தாவும்போது கட்புலனுக்கு உள்ளாகும் மின்காந்த அலைகளை உமிழலாம். இதைக் கொண்டும் துகள்களை ஆராயலாம் என்பதால் இதற்கு மின்மினுப்புத் துகள்காணி (scintillation detectors) என்று பெயர். தொடக்க காலத்தில் இது வெறும் துத்தநாக சல்்பைடு தூளால் ஆன படலமாக இருந்தது. இதில் கதிர்வீச்சு விழும்போது ஒளிப்புள்ளிகள் தோன்றும். இன்றைக்குப் பல்வேறு ஒளித்துகள் உமிழ் ஊடகங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். கரிம மற்றும் கரிமமற்ற படிகங்கள் (organic and inorganic crystal) நெகிழி சில குறிப்பிட்ட நீர்மங்கள், கண்ணாடி ஆகியன சில குறிப்பிடத்தக்க ஒளித்துகள் உமிழ் ஊடகங்களாகும். ஒவ்வொன்றும் தனிச் சிறப்புகளைப் பெற்றுள்ளமையால் பயன்பாடு கருதித் தக்க ஒளித்துகள் உமிழ் ஊடகத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒளி பன்மடங்காக்கியைப் (photo multiplier) பயன்படுத்தி இவ்வகைத் துகள் காணிகளின் உணர்வு நுட்பத்தை அதிகரித்துக் கொள்ளலாம். (படம் 2)

நடுநிலை மின் துகள்காணி (neutral particle detectors). நுண் பொருள் உலகில் நியூட்ரான், நடுநிலைப் பையான், நடுநிலை லாம்டா ஹைப்ரான் (hyperon) போன்று பல நடுநிலை மின்துகள்கள் உள்ளன. நடுநிலை மின் துகள்களுக்கு முதல்நிலை அயனியாக்கம் மிகமிகக் குறைவு என்பதால் அயனியாக்கத்தின் அடிப்படையில் செயல் படக்கூடிய துகள்காணிகளைப் பயன்படுத் இயலாது. தக்க துகளிடை வினைகள் மூலம் நடுநிலை மின்துகளை மின் துகள்களாக மாற்றி அவற்றின் அயனியாக்கத்தின் மூலம் இனங்கண்டறியலாம். எடுத்துக்காட்டாக உயர்வேக நியூட்ரான் லேசான தனிம அணுக்கருக்களுடன் மோதி ஒரு புரோட்டானை வெளித்தள்ளும் ; ஒரு குறை வேக நியூட்ரானைப் போரான் உட்கவர்ந்து கொண்டு ஓர் ஆல்்பாத்துகளை உமிழும். இவ்வாறு வினைகள் மூலம் விளையும் புரோட்டான் ஆல்்பாத் துகள் மூலம் அயனியாக்கத்தை ஏற்படுத்தி நியூட்ரான்களை இனங் கண்டறியலாம். இதற்காக அயனிக் கலத்தில் போரான் டிரை்புளூரைடு (boron trifluoride) வளிமத்தை நிரப்பி அதை எண்ணியாக மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

பிற வகைத் துகள்காணிகள். துகள்காணிகளில் கதிர்வீச்சின் அயனியாக்கப் பண்பே பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தாலும் கதிர்வீச்சின் வேறு சில தூண்டல் பண்புகளைக் கொண்டும் துகள்காணிகள் இன்றைக்கு அமைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2. மினுமினுப்புத் துகள்காணி

பரிமாற்றுக் கதிர்வீச்சுத் துகள்காணி (transition radiation detection). ஒளி விலகல் எண் (refractive index) வேறுபட்ட இரண்டு ஊடகங்களின் இடைத்தளத்தின் வழியே ஒரு கதிர்வீச்சு ஊடுருவிச் செல்லும்போது எக்ஸ் கதிர் அல்லது கட்புலனாகும் ஒளி உமிழப்படுகிறது. இப்பண்பைப் பயன்படுத்தி இத்துகள்காணிகள் செயல்படுகின்றன.

அரிப்புத் தடமறி துகள்காணி (track etching detector). கதிர் வீச்சு, நெகிழிப் படலங்கள், ஒரு சில கனிமப் பொருள்கள் இவற்றின் ஊடாகச் செல்லும்போது ஊடகத்தை

அரித்தெடுத்து விடும். சீரழிவைப் புலப்படுத்தித் துகளின் வழித்தடத்தை இனங்கண்டு கொள்ளலாம்.

வெப்ப ரேடியோ ஃபோட்டான் மின்னொளிர் துகள்காணி (thermo, radiophoton luminescent detectors)**.** ஒரு சில பொருள்களில் கதிர்வீச்சு, ஒளிமூல மையங்களை ஏற்படுத்தும். இப்பண்பைச் சார்ந்து இவ்வகைத் துகள்காணிகள் செயல்படுகின்றன.

செரங்கோவ் துகள்காணி (Cerenhov detector)**.** ஒளியின் வேகம் ஊடகத்தின் தன்மைக்கு ஏற்ப மாறுபடுவதைப் போல துகளின் வேகமும் ஊடகத்திற்கு ஏற்ப இருக்கும். எனவே ஓர் ஊடகத்தில் செல்ல வேண்டிய வேகத்தைவிடக் கூடுதலான வேகத்தைத் துகள் பெற்றிருந்தால் அதன் கூடுதல் இயக்க ஆற்றல் செரங்கோவ் கதிர்வீச்சாக உமிழப்பட்டு விடுகிறது. இக்கதிர்வீச்சு துகள் செல்லும் வேகத்திற்கு ஏற்ப ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் உமிழப்படுவதைக் கொண்டும் துகள்களை இனங்கண்டறியலாம்.

பல வகையான துகள்காணிகளை இணைத்துப் பெரிய அளவில் துகள்காணிகளை நிறுவ முடியும். தக்க எலெக்ட்ரானியல் சுற்றுகளின் உதவியால் மிகப் பெரிய அளவில் ஒத்தியங்கு (coincidence) எதிர் ஒத்தியங்கு (anticoincidence) எண்ணிகளை அமைத்துக் கொள்வர். இத்தகைய பெரிய அளவிலான துகள்காணிகள் அண்டக் கதிர் மற்றும் அடிப்படைத் துகள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

- மெ. மெய்யப்பன்

துணைநூல் : B.B. Rossi and H.S., Hans, *Ionization Chambersand Counters*, McGraw Hill Publication, 1949.

துகள் கோட்பாட்டில் மின்னோட்டங்கள்

அடிப்படைத் துகள்களின் புதிய கோட்பாடுகளின் மேம்பாட்டிற்கு மின்னோட்டங்கள் (currents) அடிப்படையாகின்றன. மின்னூட்டம் (charge), மின்னோட்டம் ஆகியன ஒன்றோடொன்று பிணைந்தவை. பருப்பொருளின் (matter) அனைத்துப் பண்புகளும் இயற்கையிலமைந்த அடிப்படைப் பகுதிகளான மின்னோட்டம், மின்னூட்டம் மற்றம் இவற்றின் இடையீடுகளால் (interactions) பெறப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பருப்பொருளின் மின்னூட்டம், மின்னோட்ட அடர்த்திகள் ஆகியன தனித்தனிப் பகுதிகளின் அடர்த்திகள் மற்றும் ஒவ்வொரு பகுதி மின்னூட்டங்களாலும் ஏற்படும் பாயங்கள் (flux) ஆகியவற்றின் மேலொருங்கி இருக்கின்றன. எனினும் புதிய துகள்கள் மற்றம் கொள்கைக் கண்டுபிடிப்புகள் அவை அடிப்படைத் துகள்களா; அவை எவ்வகை இடையீட்டிற்கு உட்படுகின்றன; துகளின் அடிப்படை மின்னூட்டம்; துகளின் மின்னோட்டம் மாறுபடாமல் இருக்கின்றனவா, போன்ற ஆய்விற்கு உட்படுத்தப் படுகின்றன.

சார்பிலா குவாண்டம் எந்திரவியலில், துகளின் அமைவு, நிகழ்தகவு பரவலால் விவரிக்கப்படுகிறது. X என்னும் புள்ளியில் t நேரத்தில் e மின்னூட்டம் கொண்ட துகளின் மின்னூட்டம் மற்றும் மின்னோட்ட அடர்த்திகள் முறையே $e\rho(x,t)$ மற்றும் $ej(x,t)$ ஆகும். இங்கு $\rho(x,t)$, $j(x,t)$ என்பன X என்னும் புள்ளியில் t நேரத்தில் அமைவின் நிகழ்தகவு மற்றும் நிகழ்தகவு மின்னோட்ட அடர்த்தி ஆகும். அடர்த்தி $\rho(x,t)$ மின்னோட்டம் $j(x,t)$ என்பன அலைச்சார்பு $y(x,t)$ இன் சார்புகளாகும்.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}(x,t) + \nabla \cdot j(x,t) = 0$$

என்னும் அழிவின்மை விதி, துகளின் சுரோடிஞ்சர் சமன்பாட்டின் தீர்வு $\psi(x, t)$ ஆல் உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது.

சார்பு குவாண்டம் புலக் கொள்கையில் இது எல்லையற்ற எண்ணிக்கையிலான துகள்களை விவரிக்கத் தேவையான கட்டற்ற நிலைகளின் (degrees of freedom) முடிவிலா எண்ணிக்கையுடன் ஒன்றியுள்ளது. ஒவ்வொரு வகை அடிப்படைத் துகளுக்கும் ஒரு நியமன புலச் செயலி (canonical field operator) உள்ளது. இந்தச் செயிலி நியமன ஆயங்களுடன் பங்கு கொண்டுள்ளது. துகள்களின் அனைத்து அமைப்பும் அனைத்துப் புலங்களின் சார்பாகவும் இவற்றின் முதல்நிலை வகைக்கெழுக்களாகவும் உள்ளமையை லாக்ரான்ஜியன் விவரிக்கிறது. பொதுவாக இக்கொள்கையின் அடிப்படையின் துகள்கள் பல்வேறு குவாண்டம் எண்கள் பெற்றுள்ளன. எ-டு : மின்னூட்டம், சமதற்சுழற்சி (isospin), புத்தியல்பு (strangeness). இம்மின்னோட்டங்கள் நியமனப்புலங்களின் சார்புகளாகும். இவை அமைவின் செந்நிலை நியமனமில்லா (classical non canonical) ஆயங்களுடன் ஒப்புமை பெற்றிருக்கும். மின்னோட்டம் மற்றும் அவற்றைச் சார்ந்த மின்னூட்டங்களும் அடிப்படைத் துகள்களின் இடையீடுகளின் சோதனை மதிப்புகளிலிருந்து மெய்ப்பிக்கப்படுகின்றன. ஆயிலர் - லாக்ரான்ஜி சமன்பாட்டின் தீர்வைக் கொண்டு அனைத்து நியமனப் புலங்களையும் கண்டறியலாம். இம்முறை சிக்கலானது. மின்னோட்டம் $J_u(x,t)$ இற்கான மின்னூட்டம்

$$Q = \int d^3x\, J_0\,(x, t)$$

மின்னோட்டம் அழிவில்லாமல் இருக்கும்போது மின்னூட்டம் மாறிலியாக இருக்க வேண்டும். இது அமைவின் இயக்கவியல் பற்றிய செய்தியைக் கொடுக்கிறது. அழிவுற்ற மின்னோட்டங்கள் அடிப்படைத் துகள் இடையீடுகளையும் குறிப்பாக வலிமை குறைந்த இடையீட்டையும் (weak interaction) விளக்கும்.

அடிப்படைத் துகள்களின் இடையீடுகளை விவரிப்பதில் மின்னோட்டங்கள் இன்றியமையாதவை. அவை குவார்க்குகள், லெப்டான்கள் மற்றும் இடைநிலைத்திசையன், போசான்கள் ஆகும். குவார்க்குகளை நேரடியாகக் கண்டறிய முடியாது. மறைமுக ஆதாரமான வலி மிகு இடையீட்டு ஹேட்ரான்கள் (எ-டு : புரோட்டான், நியூட்ரான்) அடிப்படை யானவை அல்ல. ஆனால் இவை தற்சுழற்சி ½ பகுதிகளால் உருவாக்கப்பட்டவை. லெப்டான்களான எலெக்ட்ரான், மியூயான்டவ், நியூட்ரினோ ஆகியன வலிமிகு இடையீட்டில் பங்கு கொள்வதில்லை. ஆனால் இவை மின்காந்த வலிக்குறை மற்றும் ஈர்ப்பியல் இடையீடுகளுக்கு உட்படுகின்றன. ∴போட்டான் மின்காந்த இடையீட்டிற்கு உட்படுகிறது. இடைநிலைத் திசையன், போசான் ஆய்வின் மூலம் கண்டறியப்படுகிறது.

அடிப்படைத் துகள்களின் மின்காந்த இடையீடு மின்காந்த மின்னோட்டம் J_μ மற்றும் மின்காந்த புலம் A_μ ஆகியவற்றின் தொகுப்பால் விவரிக்கப்படுகிறது. இடையீட்டு லாக்ரான்ஜியன் பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$e J_\mu A_\mu$$

எனவே மின்காந்தப் புலத்தின் குவாண்டம் ∴போட்டான் ஆகும். இந்த நிறையற்ற திசையன் போசான், திறன் துகளின் மின்னூட்டத்திற்குச் சமமாக உள்ள அனைத்து அடிப்படைத் துகள்களின் மின்காந்த இடையீடுகளையும் தொடர்புபடுத்துகிறது. குவாண்டம் மின்னியக்கவியல் சோதனை முடிவுகள் (எலெக்ட்ரான், மியூயான் ஆகியவற்றின் முரணிய காந்தத் திருப்புத் திறன் (anamolous magnetic moment) நிலையான கொள்கையைப் பெற்றுள்ளன.

குறைந்த ஆற்றலில் வலிகுறை இடையீடுகள் (எ-டு : பீட்டாச் சிதைவு, மியூயான் சிதைவு, மியூயான் உட்கவர்தல்) மின்னோட்டங்களுக் கிடையேயான செயற்பாடு கலப்பைக் (effective coupling) கொண்டு விவரிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக இந்த மின்னோட்டம்-மின்னோட்டம் இடையீடு தோராயமாவது. இது குறைந்த ஆற்றல் பகுதிக்கு மட்டும் ஏற்றது. வலிகுறை இடையீட்டு லாக்ரான்ஜியன் மின்காந்த இடையீட்டு அமைப்புடன் ஒப்புமைப்படுத்தப்படலாம்.

$$L_{\omega\kappa} = g_C c_\mu w^\mu + g_N N_\mu Z^\mu$$

இங்கு C_μ என்பது மின்னூட்டப்பட்ட மின்னோட்டம். N_μ நடுநிலை மின்னோட்டம் (neutral current) மின்னூட்டம் பெற்ற மற்றும் நடுநிலை இடைநிலைத் திசையன் போசான்கள் மிகுந்த பருமனைப் பெற்றுள்ளன. இவை முறையே 80 மற்றும் 90 ஆகும். இவை சோதனையின் மூலம் கண்டறியப்படவில்லை.

இருப்பினும் வலிமிகு இடையீட்டின் தன்மை தெளிவாக விவரிக்கப்படவில்லை. மின்காந்த மற்றும் வலி குறைந்த இடையீடுகளில் உள்ளதைப் போலக் குவார்க் புலங்கள் திசையன் போசானுடன் கலப்புச் செய்வதன் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு வலிமிகு இடையீட்டை விளக்கலாம். இந்த வலிமிகு திசையன் போசான்கள் ∴போட்டான் மற்றும் வலிகுறைந்த இடைநிலைப் போசான்கள் $W^\pm$ மற்றும் Z^0 உடன் ஒப்புமை பெற்றுள்ளன. இவை குளுயான்கள் எனப்படும். இந்தக் குளுயான்கள் குவார்க்குகளைக் கட்டமைக்கின்றன. யாங்மில்ஸ் குவார்க் - குளுயான் கொள்கை குளுயான்கள் நிற மின்னோட்டங்களுடன் கலப்புக் கொண்டுள்ளன என்பதை விளக்குகிறது. நிறம் என்பது மின்னூட்டம் போன்ற ஒரு குவாண்டம் எண் ஆகும். இது குவார்க் மற்றும் குளுயான்களால் ஏற்படுகிறது. சிவப்பு, வெள்ளை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களையும், இந்நிறங்களின் சமச்சீர்மைக் கொள்கை SU(3) குலத்தின் உருமாற்றத்திற்கு மாறாமையையும் பெற்றுள்ளது. ஆகவே மின்னோட்டத்தின் அழிவின்மை $3 \times 3 - 1 = 8$ நடுநிலை நிறச் சேர்க்கையை ஒத்துள்ளது. அனைத்து இடையீடுகளும் போசான்கள் மின்னோட் டங்களுடன் கலப்புச் செய்வதால் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.

குறிப்பாக மின்காந்த இடையீடு, அளவீட்டுக் கொள்கையின் (gauge theory) வகையைச் சார்ந்தது. மின்காந்த மினனோட்டம் மற்றும் மின்னூட்டம் ஆகியவற்றின் அழிவின்மை அளவீட்டு உருமாற்றத்தின் ஒற்றைப் பரிமாண (அபிலியன்) குலம் U(1) இன் லாக்ரான்ஜியன் மாறாமையைக் குறிப்பிடுகிறது. வென்பெர்க் மற்றும் சலாம் என்னும் அறிவியலார் வலி குறை மற்றும் மின்காந்த இடையீடுகள் பொதுவாகக் குலம் SU(2) x U(1) ஐ அடிப்படையாகக் கொண்ட யாங்-மில்ஸ் அளவீட்டுக் கொள்கையில் எவ்வாறு ஒருங்கமைகின்றன என்பதை விளக்கியுள்ளனர். மேலும் ஒருங்கமைந்த அளவீட்டுக் கொள்கையில் வலிமிகு

இடையீட்டை எடுத்துக்கொண்டால், சிறப்புச் சமச்சீர்மைக் குலத்திலுள்ள துணைக் குலமான நிறச் சமச்சீர்மை குலம் SU(3) மற்றும் வலிகுறை-மின்காந்தச் சமச்சீர்மைக் குலம் SU(2) X U(1) ஆகியவற்றைக் கொண்டு கண்டறியப்படுகிறது. இவ்வழிமுறை வெற்றி பெற்றால் அனைத்து இடையீடு களையும் அடிப்படைத் துகள்களுக்கிடையே பரிமாற்றிக் கொள்ளும் இடைநிலைப் போசான்களைக் கொண்டு அறியலாம். இங்குச் சிறப்பு மாறாமைக் கலப்புகள், அடிப்படைத் துகள் மின்னோட்டங்களுடன் கலப்புக் கொள்ளும்.

இந்த வழிமுறையில் சார்பற்ற நிலையில் மின்னோட்டங்கள் மற்றும் அவற்றைச் சார்ந்த மின்னூட் டங்கள் அழிவின்மைக்கு உட்படுகின்றனவா இல்லையா என்பது அடிப்படைத் துகளின் கொள்கையில் இன்றியமை யாதது. மேலும் ஹேட்ரான்களின் தோராயமான சமச்சீர்மை பற்றி அறிவதற்கு மின்னோட்டங்கள் அடிப்படையானவை. ஜெல்-மேன் என்பார் வலிகுறை மற்றும் மின்காந்த மின்னோட்டங்களின் நேரக் கூறுகளின் வெளித் தொகையீடு மின்னூட்டத்தைக் கொடுக்கிறது என விளக்கினார். இது சம நேரப் பரிமாற்றம் (commutation) ஏற்படுத்தும் சமச்சீரற்ற (chiral) SU(3) X SU(3) இயற் கணிதத்திற்கு நெருங்கிய தொடர்புடையது. குவார்க் அமைப்பில் மின்னோட்டத்தின் சமச்சீரற்ற SU(3) X SU(3) இயற்கணிதம் நியமனமற்ற ஆயங்களுக்குக் கட்டுப்படும் குவாண்டமாக்கல் கட்டுப் பாடுகளை வெளிப்படுத்துகிறது. இது நியமனக் குவார்க் புலத்தின் குவாண்டமாக்கலிலிருந்து தொடர்கிறது. இயற் கணிதத்திலுள்ள எட்டுத் திசையன் மின்னூட்டங்கள் வலிமிகு இடையீட்டின் தோராய SU(3) சமச்சீர்மையைக் கொடுக்கின்றன. இது சமதற்சுழற்சி (isospin) மற்றும் துணைக் குலங்களைக் கொண்டு மின்காந்தச் சமச்சீர்மை தோராய மானது. இதைச் சார்ந்துள்ள அனைத்து மின்னோட்டங்களும் அழிவின்மைக்கு உட்படுவதில்லை. இங்குப் பகுதி அழிவின்மை பயன்படுகிறது. குறிப்பாகப் பகுதி அழிவின்மை அச்சுத் திசையன் மின்னோட்டம், புதிய இயற்கணிதம் கூட்டல் விதிகள், ஆட்லர் வெய்ஸ்பெர் கூட்டல் விதி ஆகியன தோராயமான சமச்சீர்மையையும் அவை உடைதலையும் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. எனவே மின்னோட்டம் அடிப்படைத் துகள்கள் மற்றும் அவற்றின் இடையீடுகள் பற்றிய விளக்கங்களில் மிக இன்றியமையாததாக விளங்குகிறது.

- பெ. துரைசாமி

துகள் கோட்பாடு

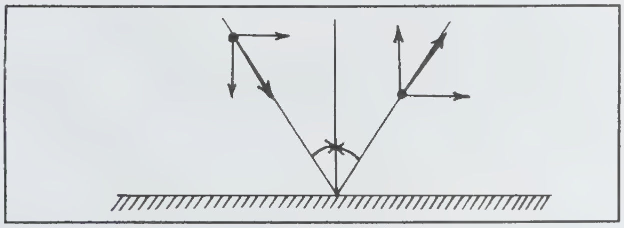
ஒளி என்பது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குப் பரவிச் செல்லும் ஒரு வகை ஆற்றல் ஆகும். அது பருப்பொருளுடன் செயலெதிர்ச் செயற்படும்போது வெப்ப ஆற்றலாகவோ மின்னாற்றலாகவோ வேதி ஆற்றலாகவோ தோற்றமளிக்கக் கூடும். ஒளியை ஒரு வகை ஆற்றல் எனக் கருதினால் அது ஒரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு எவ்வாறு கடத்தப்படுகிறது என்பதற்கான விளக்கம் தேவையாகிறது. அத்தகைய முயற்சியில் விளைந்ததே துகள் கோட்பாடு (corpuscular theory) ஆகும்.

இயங்கும் பொருள் ஒன்று ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குச் செல்லும்போது அதன் இயக்க ஆற்றலும் அதனுடன் செல்லுகிறது. அதாவது ஆற்றல் இயங்கும் பருப்பொருள் மூலம் பரவுகிறது எனலாம். இம்முறையில் ஆற்றல் வெளியிடத்தில் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட ஒரு சிறு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்குச் செல்கிறது. இக்கருத்தை ஒட்டியே ஒளியைப் பற்றிய துகள் கோட்பாடு அமைந்துள்ளது. ஆற்றல் அலைகள் வடிவில் பரவுவது மற்றொரு முறையாகும். இம்முறையில் ஆற்றலுடன் ஊடகத்துகள்களும் இயங்குவதில்லை. ஆயினும் இம்முறையில் அலை செல்லும் பாதை முழுவதும் ஆற்றல் பரவுகிறது.

பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே ஒளியின் எதிர்பலிப்பு, விலகல், நேர்கோட்டியக்கம் போன்ற பண்புகள் அறியப்பட்டிருந்தன. ஆயினும் 17 ஆம் நூற்றாண்டில் தான் அவற்றை விளக்கக்கூடிய வகையில் ஒளியைப் பற்றிய கோட்பாடுகள் வெளியிடப்பட்டன. அவற்றுள், முதலாவது நியூட்டன், லாப்லாஸ் ஆகியோரால் வெளிவிடப்பட்ட துகள் கோட்பாடாகும். இக்கோட்பாட்டின்படி ஒளிர் பொருள்கள் முழு மீட்சியுடைய லோசான நுண்ணிய துகள்களை அனைத்துத் திசைகளிலும் வெளிவிடுகின்றன. இத்துகள்கள் ஒளியின் திசைவேகத்துடன் பருப்பொருள்களின் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயான இடைவெளிகளின் வழியே எளிதில் செல்லுமளவுக்கு மிகவும் நுண்ணியதாய் அமைகின்றன. மேலும் அவை வழுவழுப்பான பரப்பு ஒன்றின் மீது படும்போது எதிர்பலிக்கவோ அதனை ஊடுருவலோ வல்ல பண்பைக் கொண்டுள்ளன. அவை விழித்திரையின் மீது படும்போது கட்புலன் உணர்வைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இத்துகள்கள் ஒளிர் பொருளிலிருந்து மிக அதிக வேகத்துடன் வெளிப்படுவதால் புற விசைகள் ஏதுமற்ற நிலையில் இயக்கம் பற்றிய நியூட்டனின் விதிப்படி நேர்கோட்டில் இயங்குகின்றன.

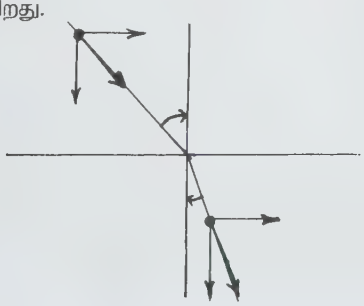
துகள் கோட்பாட்டின்படி ஒளித்துகள்கள் ஓர் எதிரொளிப்புத் தளத்தை நெருங்கும்போது தளத்திலிருந்து ஒரு குறைந்த தொலைவில் அதற்கு நேர்குத்துத் திசையில் ஒருவித எதிர்ப்பு விசைக்கும் ஒளிபுகு ஊடகங்களில் பிரிதளத்திற்கு அருகில் அதற்கு நேர்குத்துத் திசையில் ஒருவகை ஈர்ப்பு விசைக்கும் உட்படுகின்றன என்னும் இரு தற்கோள்களின் அடிப்படையில் எதிரொளிப்பும் ஒளிவிலகலும் விளக்கப்பட்டன.

ஒளித்துகள் ஒன்று சமதள எதிரொளிப்புத் தளம் ஒன்றை நோக்கிச் செல்லும்போது தளத்தின் எதிர்ப்பு விசையின் காரணமாகத் தளத்திற்கு நேர்குத்துத் திசையில் துகளின் திசைவேகக் கூறு சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து சுழியாகிப் பின்னர் எதிர்த்திசையில் அதிகரித்து மீண்டும் அதே அளவைப் பெறுகிறது. அதாவது துகளின் தளத்திற்கு நேர்குத்துத் திசையிலான திசைவேகக்கூறு நேர் எதிர் திசை மாற்றம் பெறுகிறது. ஆயினும் தளத்திற்கு இணையான திசைவேகக்கூறு மாற்றம் எதுவும் பெறுவதில்லை. எனவே ஒளித்துகளின் படு திசையும் மீள் திசையும் தளத்துடன் சமமான கோணத்தை அமைக்கும். ஒளித்துகளின் திசையே ஒளியின் திசையாதலால் படுகோணமும் எதிரொளிப்புக் கோணமும் சமமாகும்.



படம் : 1

ஓர் ஊடகத்தில் செல்லும் மற்றோர் ஒளிபுகு ஊடகத்தை நோக்கிச் செல்லும்போது பிரிதளத்தை நெருங்க நெருங்கப் பிரிதளத்திற்கு நேர்குத்துத் திசையில் இரண்டாம் ஊடகத்தின் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக அத்திசையில் துகளின் திசைவேகக் கூறு இரண்டாம் ஊடகத்தில் சிறிது தொலைவு வரை அதிகரிக்கிறது. ஆயினும் பிரிதளத்திற்கு இணையான திசையில் துகளின் திசை அதாவது ஒளிக் கதிரின் திசை மாறுபட்டமைகிறது.



இரண்டாம் ஊடகம் அடர்மிகு ஊடகமாக இருப்பின் அதில் ஒளித்துகள்கள் பிரிதளத்திற்கு நேர்குத்துக் கோட்டை நோக்கி வளையும் தன்மை சோதனை மூலம் அறியப் பட்டுள்ளது. எனவே துகள் கோட்பாட்டின்படி அடர்மிகு ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் அடர்குறை ஊடகத்தில் உள்ளதைவிடக் கூடுதலாக இருக்க வேண்டும்.

சில பரப்புகளில் ஒளி ஓரளவு எதிரொளிப்பும் ஓரளவு ஒளிவிலக்கமும் பெறுதல், அத்தகைய பரப்புகளில் ஒளித்துகள்கள் எதிர்ப்பு விசைக்கும் ஈர்ப்பு விசைக்கும் மாறி மாறி உட்படுவதாலேயே நிகழ்கிறது என விளக்கப்பட்டது. வெவ்வேறு நிறங்களின் ஒளித்துகள்கள் வெவ்வேறு எடைகளைக் கொண்டிருக்கக்கூடும் என்னும் கருத்தின் அடிப்படையில் அவற்றின் திசைவேகங்கள் வெவ்வேறு அளவில் அமைந்து நிறப்பிரிகையை விளைவிக்கின்றன எனவும் விளக்கப்பட்டது.

துகள்கோட்பாடு, நியூட்டன் வளையங்கள், விளிம்பு விலகல் (diffraction) படிகங்களில் காணப்படும் இரட்டை விலக்கம் போன்ற விளைவுகளுக்கு ஏற்புடைய விளக்கங் கூறத் தவறிவிட்டது.

ஒளி ஆற்றல் அலைவடிவில் பரவுகிறது என்னும் அலைக்கொள்கையை ஹைஜன்ஸ் என்னும் டச்சு நாட்டு அறிவியலார் நியூட்டன் காலத்திலேயே எடுத்துரைத்தார். அக்கொள்கை ஒளியியலில் காணப்படும் நிகழ்ச்சிகளுக்குத் துகள் கொள்கையைவிட மிகவும் ஏற்புடைய விளக்கங்களை அளித்தது. மேலும் அக்கொள்கையின்படி ஒளியின் திசைவேகம் அடர்மிகு ஊடகம் ஒன்றில் அடர்குறை ஊடகத்தில் உள்ளதைவிடக் குறைவாக அமைய வேண்டும். இக்கருத்து துகள் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட கருத்துக்கு முரண்பட்டு அமைவதைக் காணலாம். ஆயினும் அறிவியல் உலகில் நியூட்டன் பெற்றிருந்த செல்வாக்கின் காரணமாகப் 19 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் ஹைஜன்ஸ் கொள்கையின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட அடர்மிகு ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் அடர்குறை ஊடகத்தி லுள்ளதைவிடக் குறைவாக அமையும் என்னும் கருத்தை ஃபோகா என்பார் செய்த சோதனை உறுதி செய்யும் வரையில் நியூட்டனின் துகள் கோட்பாடே மேலோங்கி நின்றது.

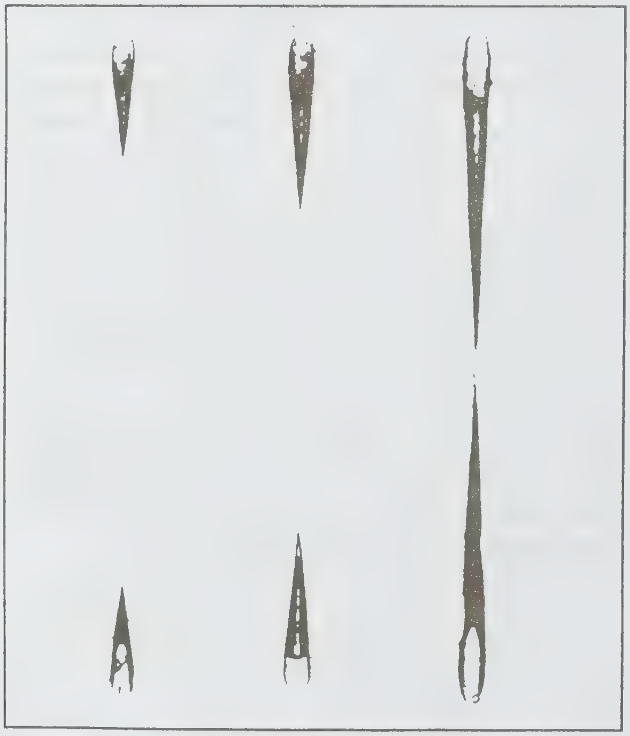
- ரா. நாகராஜன்

துகள் தடப்பொறிப்பு

பல வகையான திண்மப்பொருள்களின் கனமான அணுக்கருத் துகள்களின் தடம், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வேதிப்பொறிப்பு முறையில் உண்டாக்கப்படுவதற்குத் துகள்

தடப்பொறிப்பு (particle track etching) என்று பெயர். தற்போது பல புதை படிவங்களின் (fossils) துகள் தடங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவ்வழிமுறை அறிவியல் தொழில் நுட்பவியலின் பல துறைகளில் பயன்படுகிறது.

அணுக்கருத் துகள்களைக் கண்டறிதல். மின்னூட்டப்பட்ட துகள், மிகு கதிர்வீச்சு அழிவு வீதத்திலும் திண்மத்தின் சிதைவு பகுதி நிரந்தரமாகவும் இருந்தால் பொறிக்கப்பட்ட தடம் உண்டாகிறது. மிகு அயனியாக்கப்பட்ட துகள்களை மட்டுமே எளிதில் கண்டறியலாம். கதிரியக்க உணர்வற்ற தாதுக்கள் கண்ணாடிகள் ஆகியவற்றைவிடக் கதிரியக்க உணர்வு நெகிழிகளைக் கொண்டு கனமற்ற துகள்களை கண்டறிய முடியும்.கூம்பு வடிவம்பொறிக்கப்பட்ட தடத்தின் தன்மை, பொறிக்கப்படும் வீதத்திற்கும் திண்மத்தின் பருமப்பொறிப்பு வீதத்திற்குமிடையேயான விகிதத்தைப் பொறுத்ததாகும். முடுக்கப்பட்ட அயனிகளின் அணுஎண் -z, திசைவேகம் $v = \beta c$ (c- ஒளியின் திசைவேகம்) ஆகும். இந்த விகிதம் $\frac{Z}{\beta}$ இன் அதிகரிக்கும் சார்பாக இருக்கிறது. பொறிக்கப்பட்ட தடங்களின் வடிவத்தைக் கண்டறிவதன் மூலம் எவ்வகைத் துகள்கள் என்பது கண்டறியப்படுகிறது.



படம் 1 . காஸ்மிக் கதிரியக்கத்திலுள்ள மிகு ஆற்றல் யுரேனியம் அணுக்கருவால் உண்டாக்கப்பட்ட கதிரியக்கச் சிதைவு

மிகு உணர்வு காணியான CR = 39 என்னும் நெகிழி Z இன் மதிப்பு ஒன்றைவிடக் குறைவான துகள்களைக் கண்டறிகிறது. இங்கு $\frac{Z}{\beta} \geq 10$ ஆகும். தோற்றுருவின் தெளிவு, மாறுபடும் தன்மை, மிகு உணர்திறன் ஆகியன உள்ளமையால் CR-39 நெகிழி அணுக்கரு இயற்பியல், காஸ்மிக் கதிர் ஆய்வு போன்ற துறைகளின் சிறந்த தடப்பொறிப் புக்காணியாகக் (track-etch detector) கருதப்படுகிறது.

படம் 2

செங்குத்தாகப்படச்செய்யும் முறையில் 60 Mev ஆல்ஃபா துகள்களைக் கொண்டு கதிரியக்கத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்ட அலைல் டைகிளைக்கால் கார்பனேட் தகட்டின் (CR - 39 நெகிழி) செதுக்கப்பட்ட கூம்புப்பள்ளங்கள்

சூரியன் மற்றும் அண்டத்தின் கதிர் வீச்சு. சூரியன், அண்டம் ஆகியவற்றிலிருந்து வரும் மின்னுட்டப்பட்ட துகள்களால் வெளியிலுள்ள சந்திரன் பரப்பு, விண்கற்கள் மற்றும் பல பொருள்கள் கதிர்வீச்சிற்குட்படுத்தப்படுகின்றன. சூரியனின் ஒளிமகுடம் (corona) விரிவடைவதால் குறைந்த ஆற்றல் கொண்ட துகள்கள் உண்டாகின்றன. (சூரியக்காற்று). இவை மிகுதியாக வெளியிடப்பட்டாலும் பல மில்லியன்களில் 1செ.மீ பரப்பையே ஊடுருவுகின்றன. துகள்கள் படிகச்சிறுமணிகள் (crystalline grains) ஆகியவற்றின் மீது சூரியக்காற்று படிகமிலாக் கதிர்வீச்சுச் சிதைவுப் படலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. $\frac{1}{1000}$ மி.மீ முதல் 1மி.மீ. வரை ஆழமுள்ள சூரியக்கொழுந்தின் (solar flares) தனித்தடங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இதை எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி அல்லது ஒளியியல் நுண்யோக்கியால் பகுத்தறிய முடியும். அண்டக் காஸ்மிக் கதிர்களின் கனமாக அணுக்கருக்களால் 1மி.மீட்டருக்கு மேலான ஆழத்திற்குப் பல துகள்களில் தடங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

படம் 3 செதுக்கப்பட்ட புதைபடிவத்துகள் தடங்கள்

(அ) சிர்கான் படிகத்தில் U^{238}, PU^{244} ஆகியவற்றின் தன்னிச்சையான பிளவுகளின் தடங்கள்.

(ஆ) சூரியக்கொழுந்திலிருக்கும் ஆற்றல் மிகுந்த இரும்பு அணுக்கருவின் தடம்.

சந்திரனிலுள்ள பாறைகளின் புதைபடிவத் துகள் தடங்கள், விண்கற்களின் தற்காலக் கதிர்வீச்சுகள் ஆகியவற்றின் ஒப்பீடுகள், சூரியக்கொழுந்து மற்றும் அண்டக் காஸ்மிக் கதிர்களில் 2×10^7 ஆண்டுகளாக மாற்றங்கள் ஏற்படவில்லை என்பதைக் காட்டுகின்றன. சந்திரனின் உள்ளகத்தில் உள்ள சிறுமணிகள், விண்கற்கள் ஆகியவற்றின் துகள் தடங்கள் 4×10^9 ஆண்டுகளுக்கு மேற்பட்டவை என்பதைக் காட்டுகின்றன.

அணுக்கருத் தொகுப்பு. புவிப்படிகங்கள் வெளிப்புற, கதிரியக்கத்திற்குட்படுத்தாமல் இருக்கும்போது தடத்தின் மூலம் U^{238} இன் தற்பிளவாக உள்ளது. குறிப்பிட்ட விண்கற்கள், சந்திரனின் பாறைகள் (படம் 3அ) PU^{244} (அரை வாழ்நாள் 8×10^7 ஆண்டுகள்) உள்ளமையால் கூடுதல் தடங்களைப் பெற்றுள்ளன. PU மற்றும் U இன் வேதிப் பிரிவிற்குத் திருத்தம் ஏற்படுத்தப்பட்ட பிறகு அண்டம் (galaxy) உண்டாகும்போது புதிதாகத் தொகுக்கப்பட்ட தனிமங்கள் உண்டாகின்றன என்பதைச் செய்திக் கூறுகள் காட்டுகின்றன.

மின்னோட்டச் சூரிய மற்றும் அண்டக் கதிர்வீச்சு. சர்வேயர்-3 விண்கலத்திலிருந்து கிடைக்கப்பெற்ற கண்ணாடித் துண்டுகளில் தடங்கள், புவியின் வளி மண்டலத்திற்கு மேல் ஏவூர்தியின் மூலம் பெறப்படும் நெகிழி காணிகளின் தடங்கள் ஆகியன சூரியன் மற்றும் அதன் வளிமண்டலத்தின் நடுநிலை மாதிரிகளை விடச் சூரியக் கொழுந்தின் கனமான தனிமங்களை வெளியிடுகின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன. காஸ்மிக் கதிர் முடுக்கியின் செய்திக்கூறுகளுக்கும் அண்டக்காஸ்மிக் கதிர்த் தனிமங்களின் சார்பு மிகுதியின் செய்திகூறுகளுக்குமிடையே மிகுதியான வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

1966இல் அணு எண் 30 இற்கும் அதிகமாகவுள்ள அண்டக் காஸ்மிக் கதிர்கள் உள்ளமை கண்டறியப்பட்டது. அப்பொழுது விண்கற்களின் புதைபடிவத் துகள் தடங்கள் முதன்முதலாகக் கண்டறியப்பட்டன. பின்னர் பலவகையான நெகிழிகள் அணுக்கருப் பால்மங்கள் ஆகியவற்றை 20மீ^{2} பரப்பில் மிக உயரப்பலூன்கள், ஸ்கைலாப் போன்றவற்றில் வைத்து ஆய்வு செய்ததில் கனமான அரிய காஸ்மிக் கதிர்களும் யுரேனியத்தைவிடக் கனமான தனிமங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை எங்குக் காஸ்மிக் கதிர்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன என்பதைக் குறிப்பிடுகின்றன. 100மீ^{2} பரப்புக் கொண்ட பெரிய காரணிகள் ஓர் ஆண்டு விண்ணில் திட்டமிட்டு அனுப்பப்பட்டன. கலப்பினக் காணி மற்றும் ஒளி பன்மடங்காகிக் குழாயைக் கொண்டு செராங்கல் கதிரியக்கத்திலிருந்து வரும் ஒளியின் அளவு மதிப்பிடப் படுகிறது. மினுமினுப்புக் காணியின் உதவியால் காஸ்மிக் கதிர்களின் மிகு கனமான தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகளும் கண்டறியப்படுகின்றன. இந்தச் செய்திக் கூறுகள் காஸ்மிக் கதிர்கள் மற்றும் அணுக்கருத்தொகுப்புப் பற்றித் தெளிவாக விளக்குகின்றன.

அணுக்கரு மற்றும் அடிப்படைத்துகள் இயற்பியல். எளிதில் அயனியாகும் கதிரியக்கத்தின் கனமான துகள் நிகழ்வுகளைப் பிரித்தறிவது, மின் சுடர் துருவுதல் அல்லது விளிம்புத்துளை வழியாக அம்மோனியா ஊடுருவல் முறைகளால் தனி நிகழ்வுகளைக் கண்டறியும் திறன் ஆகியன விளிம்பு-தடக் காணியின் பயன்களாகும். இவை மிகு பிளவு அரைவாழ்நாள், மூவிணைப் பிளவின் கண்டுபிடிப்பு, பிளவு அரண்களைக் கண்டறிதல், யுரேனியம் கடந்த தனிமங்களின்

(transuranic element) ஐசோடோப்புகளைக் கண்டறிதல், துகள் நிலைப்பில் இருக்கும் C^{20} போன்றவற்றின் பல்வேறு ஒளி மற்றும் நியூட்ரான் மிகு அணுக்கருக்களைக் கண்டறிதல், காந்த ஒருமுனைகள் (magnetic monopoles) மற்றும் கனமான தனிமங்கள் பற்றித் துல்லியமாக ஆராய்தல் போன்றவற்றிற்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

நில இயற்பியல் மற்றும் தனிமக் கோப்பு. தடக்காணி (track detector) குறிப்பிட்ட நியூக்ளைடின் இடஞ்சார்ந்த பரவல்களைப் பதிவு செய்கிறது. நியூக்ளைடுகள் மின்னுட்டப்பட்ட துகள்களை வெளியிடுவதால் தாமாகவே அழிகின்றன. அல்லது பொருத்தமான மோதலால் தூண்டப்பட்டு மின்னூட்டப்பட்ட துகளை வெளியிடுகின்றன. சில மைக்ரோ மீட்டர் அளவிற்குப் பிரிதிறனை எளிதாகப் பெறமுடிகிறது. இத்தகைய நுண்வரைபடங்கள் வளிமண்டலத் தூசிப்படலங்களிலுள்ள கதிரியக்க நியூக்ளைடுகளைக் கண்டறியவும், ரேடான், தோரியம், யுரேனியம் போன்றவற்றின் விரவல் மற்றும் கடத்துகைகளைக் கண்டறியவும் கடலின் அடியிலுள்ள படிவுகளை கண்டறியவும் பயன்படுகின்றன. அணுக்கரு உலையிலுள்ள வெப்ப நியூட்ரான்கள் U^{235} (பிளவு வழியாக), B^{10} (α துகள் வழியாக), Li^{6}(டிரைட்டான் வழியாக), N^{14} (புரோட்டன் வழியாக) மற்றும் பல நியூக்ளைடுகளுடன் எளிதில் கோத்துக்கொள்ளும். டியுட்ரியம் உயிரியலில் ஒரு தடம் காட்டியாகவும் காரீயம், பிஸ்மத் ஆகியன வெவ்வேறு கதிர்வீச்சு காணியாகவும் பயன்படுகின்றன.

படம் 4. 3600 MeV கார்பன் அயனிக் கற்றையைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட ஒரு நோயாளியின் வல இட மார்பகத்தின் படம்.

ஆய்வு பயன்பாடுகள். பிளவு பகுதிகளால் கதிர் வீச்சிற்குட்படும் மெல்லிய நெகிழித் தகடுகள், தேவையான அளவிற்குப் பொறிப்புத் துகள்களை உருவாக்குதல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு வடிப்பான்கள் (filters) உண்டாக்கப்படுகின்றன. வைரஸ் அளவைக் கண்டறியும் ஆய்வில் ஓர் ஒற்றைத்துளை, கடத்தும் நீர்மத்தை இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்குமாறு உண்டாக்கப்படும். வைரஸ் அல்லது மிகச்சிறிய பொருள் துளையின் வழியாக செல்லும் போது மின்தடை மிகுதியாகிறது. இந்த மின்குறிப்பலையைக் கொண்டு பொருளின் அளவு வடிவம், விரைவு ஆகியன கணக்கிடப்படுகின்றன. நெகிழிகாணிகள் பிரனெல் மண்டலத் தகட்டுத் தோற்றுரு முறையில் பயன்படுகின்றன.

- பெ. துரைசாமி

துகள் முடுக்கி

அணுக்கருத் துகள்களை மிக அதிகமான திசைவேகத்தில் முடுக்கி அதன் ஆற்றலைப் பெருக்குவதற்குப் பயன்படும் கருவி துகள் முடுக்கி (particle accelerator) எனப்படும். அணுக்கருக்களின் அமைப்பினைப் பற்றி ஆய்வதற்கு உயர் ஆற்றல் துகள்கள் பயன்படுகின்றன. அணுக்கருவில் நேர் மின்னோட்டம் கொண்ட துகள்கள் உள்ளமையால் உயர் திசைவேகம் கொண்ட நேர் மின்னுட்டத்துகள் மட்டுமே அணுக்கருவினை நெருங்க முடியும். அணுக்கருவினைத் தாக்கி வெளிவரும் துகளினை ஆய்வதன் மூலம் அணுக்கருவின் அமைப்பை அறியலாம். ஆகவே உயர் ஆற்றல் தேவைப்படுகின்றது.

பொதுவாகப் புரோட்டான், டியூட்ரான், ஆல்∴பாத் துகள் போன்ற நேர்மின்னுட்டத் துகள்களும், எலெக்ட்ரான் போன்ற எதிர் மின்னுட்டத் துகள்களும் முடுக்கப்படுகின்றன.

துகள் முடுக்கி வகைகள். துகள் முடுக்கிகளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகையில் மின்னூட்டத்துகள் ஓர் உயர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் விழும்போது உடனடியாக ஆற்றல் பெறுகிறது. இரண்டாம் வகையில் குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்டு மீண்டும் மீண்டும் முடக்குவதன் மூலம் ஆற்றல் பெறுகிறது. இவ்விரண்டாம் வகையை நேர்கோட்டில் செல்லும் துகள்கள் முடுக்கம் பெறல், காந்தப்புலவலிமை காரணமாக ஒரு வட்டபாதையில் செல்லும் துகள்கள் முடுக்கம் பெறல் என மேலும் பகுக்கலாம். நேர்போக்கு முடுக்கிகள் முதல் வகையினையும் சைக்ளோட்ரான், பீட்டாட்ரான் போன்றவை இரண்டாம் வகையினையும் சாரும்.

எக்ஸ் கதிர்க் குழாய். சாதாரண எக்ஸ் கதிர்க் குழாய் ஒரு முடுக்கியாகும். மின்னிழையால் உமிழப்படும் எலெக்ட்ரான், வெற்றிடக்குழாயில் உயர் மின்னழுத்தத்தில் உள்ள இலக்கு மின்னழுத்தத்தால் முடுக்கப்படுகிறது. அதிவேகம் கொண்ட எலெக்ட்ரான் இலக்கால் அமைதி நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படும் எக்ஸ் கதிர்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வகையில் எலெக்ட்ரான்கள் 2MeV அளவிற்கு முடுக்கப்படுகின்றன.

காக்ராஃப்ட்-வால்டன் பல்பெருக்கி. 1930இல் இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த காக்ரா.ஃ.ப்ட் மற்றும் வால்டன் என்போர் அணுக்கரு ஆய்விற்காக முதன்முதலாகத் துகள்களை மிகுதியான ஆற்றலுக்கு முடுக்கினார்கள். மின்னழுத்தப் பல்பெருக்கியால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஒற்றை உயர் மின்னழுத்தத்தை வெற்றிடக்குழாயிலுள்ள மின் முனைக்குக் கொடுத்து, துகள்களை முடுக்கமடையச் செய்தனர். இம்முறையில் பலநூறு ஆயிரம் எலக்ட்ரான் வோல்ட் அளவிற்குத் துகள்கள் முடுக்குவதில் வெற்றி கண்டார்கள். அணுக்கரு ஆய்வில் புதிய திருப்பத்தை ஏற்படுத்தியது. இக்கண்டுபிடிப்பிற்காக 1951இல் இவ்விருவரும் நோபல் பரிசு பெற்றனர்.

உயர்மின்னழுத்தக் கருவியின் தத்துவம் மிக எளியதாகும். இணையாக அமைக்கப்பட்ட மின் தேக்கிகளை மின்னூட்டமடையச்செய்து பின்பு தொடரிணைப்பில் மின்னிறக்கமடையச்செய்யும்போது மின்னிறக்கமடையும் மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு ஒவ்வொரு மின்தேக்கியின் மின்னூட்டத்தின் கூடுதலாகும். காக்.ஃ.ராப்ட் போன்ற நேர்முடுக்கிக் கருவிகள் கொண்டு நியூட்ரானை உயர் ஆற்றலுக்கு முடுக்கலாம். இவ்வாறு தோற்றுவிக்கப்பட்ட நியூட்ரான்கள் அணுக்கருவி ஆய்விற்குப் பயன்படும்.

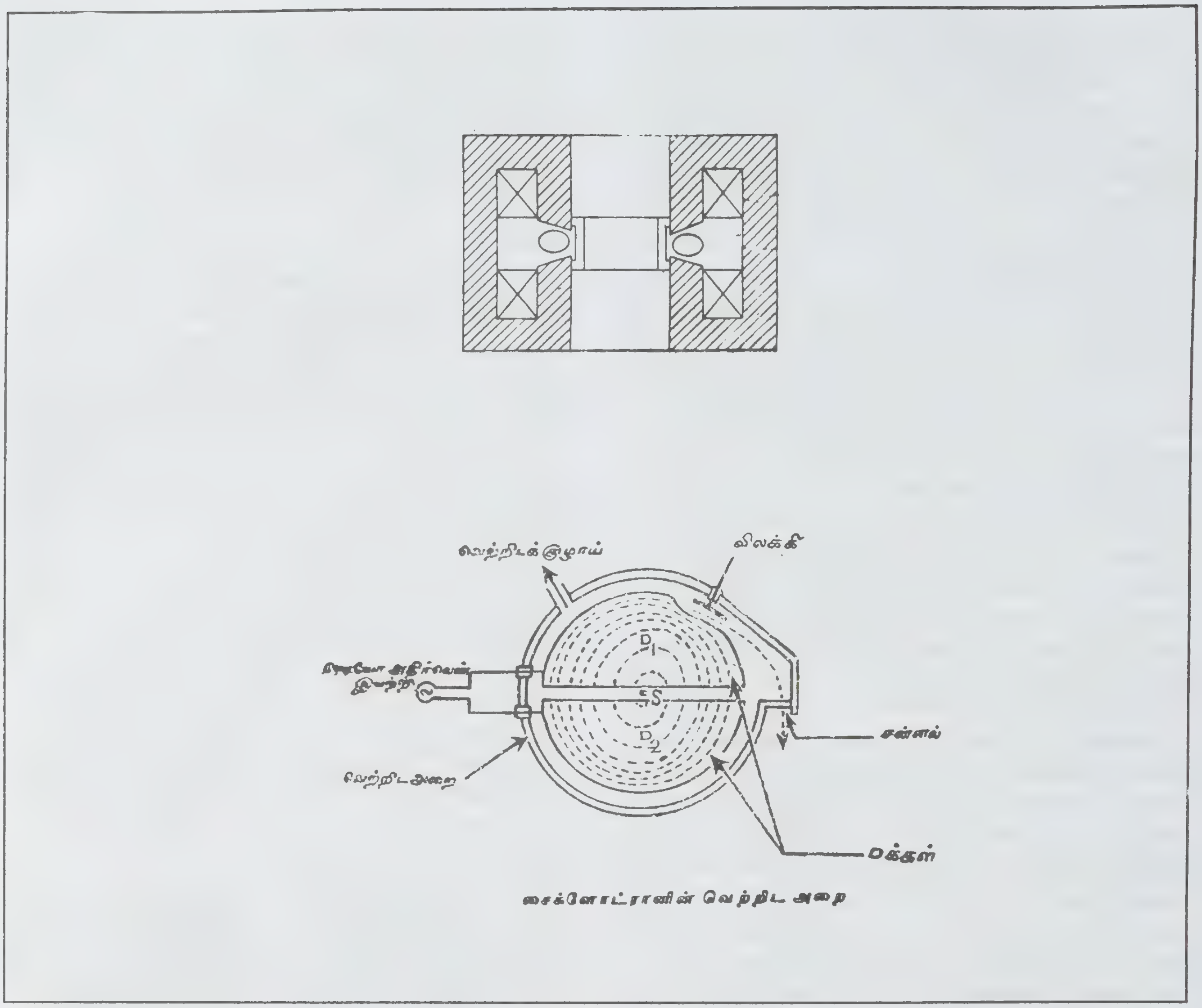
தற்காலத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கருவியைப் பயன்படுத்தித் துகளின் ஆற்றலை ஒரு மில்லியன் வோல்ட் அளவிற்கு முடுக்கலாம். மற்ற முடுக்கிகளுக்கு துகள்களைப் புகுத்துவதற்கு முன் அத்துகள்களை முதலில் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்த மதிப்பிற்கு முடுக்கமடையச் செய்வதற்கு இவ்வகையான முடுக்கிகள் முன்முடுக்கியாகப் பயன்படுகின்றன.

மின்நிலையியல் இயற்றி

காக்ரா.ஃ.ப்ட், வால்டன் ஆகிய இருவரும் தங்கள் கருவியைப் பயன்படுத்தித் துகள்களை முடுக்குவதில் வெற்றி கண்ட பின் பிரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் ராபர்ட் வான் டி கிரா.ஃ.ப் என்பவர் மின்நிலையியல் இயற்றியை அமைத்தார். இந்த இயற்றியில் சிறு மின்னழுத்தம் கொண்டு இயல் மின் தூண்டல் வழி தொடர்ந்த முறையில் உயர் மின்னழுத்தம் பெறப்படுகிறது. இதுவே மின்நிலையியல் இயற்றியின் அடிப்படைத் தத்துவமாகும். இதனைப் பயன்படுத்தித் துகள்களை நான்கு மில்லியன் வோல்ட் அளவிற்கு முடுக்கலாம்.

இவ்வகைக் கருவியில் கோளக வடிவப் பெரிய உலோக மின்முனை ஒரு காப்பிடப்பட்ட தூண் மீது அமைக்கப் பட்டுள்ளது. கடத்தாப் பொருளான முடிவற்ற பட்டை, இரு கப்பிகள் வழியாகச் செல்கிறது. இப்பட்டை ஓர் எந்திரம் கொண்டு சுற்றப்படுகிறது. மேலே அமைந்துள்ள கப்பியானது வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கோளக வடிவ மின் முனையினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கடத்தியில் மின்னூட்டம் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. கீழ்ப்பகுதியில் அமைந்துள்ள கப்பிக்கு அருகிலுள்ள கூர்மையான புள்ளி ஒளிவட்டச் செயற்பாட்டால் பட்டையின் மீது நேர்மின்னூட்டத்தைத் தெளிக்கிறது. பட்டை மேல் நோக்கி நகரும்போது இம்மின்னூட்டத்தை மேலே எடுத்துச்சென்று, வெற்றிடக் கோளகக் கடத்தியில் சேர்த்து வைக்கிறது. கூட்டினை அடைகின்ற மின்னூட்டம் அதன்பரப்பில் சமமாகப் பகிர்வடைகிறது. இச்செயற்பாடு தொடர்ந்து நடைபெறக் கோளக மின்முனையின் மின்னழுத்தம் மேன்மேலும் அதிகரிக்கிறது. இக்கருவியின் உயர் மின்னழுத்த மின்முனைக்கும் தரைக்குமிடையே ஓர் உயர் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட குழாய் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்குழாயின் மேல் முனை ஓர் அயனி மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் தோற்றுவிக்கப்படும் மின்னூட்டத் துகள் உயர் மின்னழுத்தப் பகுதியிலிருந்து தரையை நோக்கி நகரும்போது முடுக்கப்படுகிறது. இக்குழாயின் மேல் முனையிலிருந்து கீழ் முனைவரை மின்னழுத்த வாட்டம் உள்ளமையால் துகள் முடுக்க மடைகிறது. இதனைப் பயன்படுத்தி நேர் மின்னூட்ட அயனிகளையோ எலெக்ட்ரான்களையோ முடுக்கலாம்.

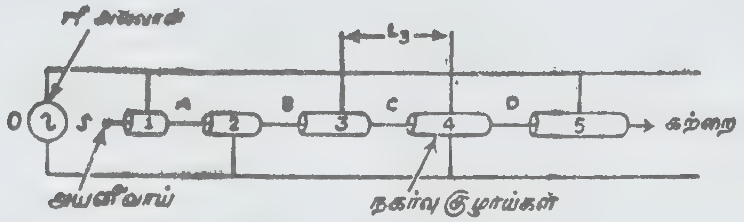
நேர்போக்கு முடுக்கி. நேரடி முடுக்கியில் மின்னழுத்தம் பத்து மில்லியன் வோல்ட் அளவினை அடையும்போது காப்பிடல் எளிதானதன்று. ஆகவே உயர் ஆற்றலுக்குக் குறைந்த மின்னழுத்தத்தைப் பயன்படுத்திப் படிப்படியாகத் துகளின் முடுக்கம் அதிகரிக்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் கருவிகளில் எந்திரங்களின் பகுதிகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தமும் எந்திரத்திற்கும் தரைக்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்தமும் மிகக் குறைவாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. இத்தத்துவத்தில் செயற்படும் ஒரு கருவியே நேர்போக்கு முடுக்கியாகும்.



சைக்லோட்ரான்

அலைவு மின்புலத்தைத் தொடரான மின்முனைகளுக்குக் கொடுத்து மின்னூட்டத் துகளை முடுக்கமடையச் செய்யலாம். இப்புதிய தத்துவத்தை ஒத்திசைவு முடுக்கல் என்பர். இதில் குறைந்த மின்னழுத்தத் துடிப்புகள் சரியான நேரத்தில் அளிக்கப்படுகின்றன.

நேர்போக்கு முடுக்கியில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட நீளமான அறை ஒன்றுள்ளது. இதனுள் பல உருளை வடிவ மின்முனைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்குழாய்களை நகர் குழாய்கள் என்பர். முடுக்கப்பட வேண்டிய மின்னூட்டத் துகள்கள் இக்குழாயின் நீளவாக்கில் செல்கின்றன. அடுத்தடுத்துக் குழாய்களின் நீளம் தொடர்ந்து அதிகரிக்கிறது. ஒன்றுவிட்ட குழாய்களை ஒன்றாக இணைத்து ஒன்றைப்படை எண் கொண்ட குழாய்கள் ரேடியோ அதிர்வெண் அலையியற்றியின் ஒரு முனையுடனும் இரட்டைப்படை எண் கொண்ட குழாய்கள் அலையியற்றியின் மறு முனையுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்காரணத்தால் அடுத்தடுத்த குழாய்கள் மாறுபட்ட மின்புலம் கொண்டிருக்கும். முடுக்கப்பட வேண்டிய அயனிகள் உருளை மின்முனைகளின் அச்சு வழியாகச் சென்று இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை அடையும்போது முடுக்கப்படுகின்றன. உருளையினுள் நிலையான மின்னழுத்தம் உள்ளமையால் அயனிகள் குழாயினுள் இருக்கும்போது முடுக்கமடைவதில்லை.



படம் 2. நேர்போக்கு முடுக்கி

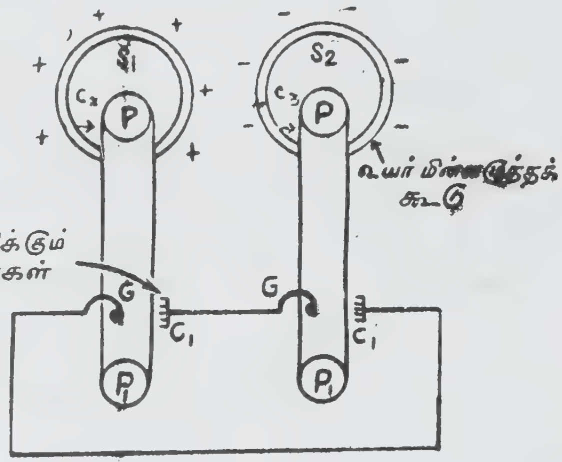
நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற துகள் இடப்பக்கமுள்ள குழாயிலிருந்து வலப்பக்கமுள்ள குழாயை நோக்கி நகர்வதாகக் கொள்ளலாம். ஒரு குழாயிலிருந்து கடந்து முதலாம் இரண்டாம் குழாய்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை அடையும்போது முடுக்கமடைகிறது. இப்போது துகள் பெறும் திசைவேகம் $V_1 = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$ இங்கு e அயனியின் மின்னூட்டம்; V மின்னழுத்தம்; m துகளின் நிறை. இரண்டாம் குழாயினுள் இந்த வேகத்துடன் சீராக நகர்கிறது. இக்குழாயின் நீளத்தைக் கடப்பதற்கான நேரம் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் காலத்திற்குப் பாதியாக இருக்குமாறு குழாயின் நீளம் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். இரண்டு, மூன்றாம் குழாய்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை அடையும்போது மின்புலத்தன்மை மாறுகிறது. ஆகவே துகள் முடுக்கப்பட்டு மூன்றாம் குழாயை அடைகிறது. இதனுள் துகளின் திசைவேகம் $v_2 = \sqrt{2v_1}$

இக்குழாயினுள் அதிகமான திசைவேகத்துடன் செல்வதால் இதைக் கடப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் முதல் குழாயினுள் செல்லும் நேரத்திற்குச் சமமாக உள்ளமைக்கு, இதன் நீளம் முதல் குழாயின் நீளத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு குழாயையும் துகள் கடப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் காலத்தின் பாதியாக இருக்கவேண்டும். ஆகவே குழாய்களின் நீளம் $\sqrt{1}$, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$.... என்னும் விகிதத்தில் அமையும்போது இரு குழாய்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியை அடையும். பின்னர் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் துகள் முடுக்கப்பட்டு அடுத்த குழாயினுள் சீரான திசைவேகத்தில் செல்கிறது. நேர்போக்கு முடுக்கியில் உள்ள குழாய்களின் எண்ணிக்கை n எனவும், மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் மின்னழுத்தம் V எனவும் கொண்டால் துகள் பெறும் ஆற்றல் nv ஆகும்.

இறுதிக் குழாயிலிருந்து துகள் நேர்கோட்டில் வெளிவருகின்ற காரணத்தால் எந்தவிதமான காந்தப் புலத்தின் உதவியின்றியும் தாக்கப்பட வேண்டிய இலக்கை நேரடியாகத் தாக்கமுடியும். அடுத்தடுத்த குழாய்களின் நீளம் அதிகரிப்பதால் நேர்போக்கு முடுக்கியின் நீளம் மிக அதிகமாகிறது. ஒரு சில முடுக்கிகளின் நீளம் பல கி.மீ நீளம் கொண்டதாகும்.

இதில் காந்தப் புலத்தைப் பயன்படுத்தித் துகள்களை ஒரு வட்டப் பாதையில் இயங்கச் செய்வதால் இக்கருவியின் நீளம் குறைவாக அமைகிறது. இதனை லாரன்ஸ் மற்றும் லிவிங்ஸ்டன் எனும் அறிவியலார் அமைத்தனர். இதில் ஒத்திசைவு முடுக்கல் தத்துவமே பயன்பட்டது.

சைக்ளோட்ரானில் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட உள்ளீடற்ற உருளை உள்ளது. இவ்வுருளைகளின் வடிவம் ஆங்கில எழுத்து D போன்றுள்ளமையால் இவற்றை டீக்கள் என்பர். இவ்விரு டீக்களுக்கிடையே மிக அதிகமான அதிர்வெண் கொண்ட மாறுதிசை மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. இதன் மின்னழுத்தம் 10,000 வோல்ட் அளவும் அதிர்வெண் 10^6 ஹெர்ட்ஸ் அளவும் கொண்டிருக்கும். இவ்விரு டீக்களும் குறையழுத்த வளிமம் அடங்கிய உலோகப் பெட்டியினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வமைப்பு முழுவதும் வலிமையான மின்காந்த முனைகளுக்கிடையே வைக்கப்பட்டுள்ளது. காந்தப் புலத்திசை டீயின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படுகிறது. இரு டீக்கிளுக்குடையே உள்ள இடைவெளியில் அயனி மூலம் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து தோன்றுகின்ற அயனியை முடுக்கவேண்டும்.



வாண்டிகிராப் மின்நிலையியல் இயற்றி

அயனி மூலத்திலிருந்து நேர்மின் அயனி உமிழப்படும் நேரத்தில் எந்த டீ எதிர் மின்னழுத்தம் பெற்றுள்ளதோ அந்த டீ அயனியைத் தன்னை நோக்கி ஈர்க்க துகள் முடுக்கமடைகிறது. இவ்வாறு முடுக்கப்பட்ட அயனி வட்டப் பாதையில் செல்கிறது. இவ்வட்டப் பாதையின் சென்று இரு டீக்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை அடையும்போது மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் திசை மாற எதிர் டீ எதிர் மின்னழுத்தம் பெறுகிறது. ஆகவே துகளினை அடுத்த டீ தன்னை நோக்கி ஈர்க்க துகள் மேலும் முடுக்கப்படுகிறது. முடுக்கப்பட்ட துகள் இந்த டீயில் மிகு ஆரம் கொண்ட வட்டப் பாதையில் செல்கிறது. துகள் தொடர்ந்து முடுக்கப்படுவதற்கு அரை வட்டப் பாதையைக் கடக்கத் துகள் எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் காலத்தில் பாதியாக இருக்க வேண்டுமு. முதல் டீயில் அயனி இயங்கும் வட்டப் பாதையின் ஆரம் $r_1 = \frac{mv_1}{Bq}$ எனக் காட்டலாம். இங்கு m துகளின் நிறை, v திசைவேகம் β காந்தப் புலவலிமை q துகளின் மின்னூட்டம். ஆகவே அரை வட்டப் பாதையைக் கடப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம்.

$$t = \frac{\pi r_1}{v_1} = \frac{\pi R}{Bq}$$

இதிலிருந்து அரை வட்டப் பாதையைக் கடப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் திசைவேகத்தைச் சார்ந்திருப் பதில்லை என்பது தெளிவாகிறது. துகளின் $\frac{m}{q}$ இன் மதிப்புத் தெரிந்தால் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்துடன் ஒத்திசைவு தோற்றுவிப்பதற்கான காந்தப்பாயம் கணக்கிடலாம்.

அரைச் சுற்று சுற்ற எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் $t = \frac{\pi m}{Bq}$. ஆகவே ஒரு முழுச் சுற்று சுற்ற எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் $T = \frac{2\pi m}{Bq}$. பயன்படுத்தப்படவேண்டிய மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வெண்

$$n = \frac{1}{T} = \frac{Bq}{2\pi m}$$

இவ்வதிர்வெண் காந்தப் புலத்தையும், அயனியின் மின்னூட்டநிறைத் தகவினையும் சார்ந்துள்ளது. வட்டப் பாதையின் ஆரத்தைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. ஆகவே இரு டீக்களுக்கிடையே இவ்வதிர்வெண் கொண்ட மாறுதிசை மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் போது துகள் இடைவெளியை அடையும்போது மின்னழுத்தத்தின் திசைமாற, துகள் மீண்டும் மீண்டும் முடுக்க துகள் ஒரு சுருள் பாதையில் இயங்குகிறது. இவ்வாறு முடுக்கப்பட்ட துகளின்மீது தகுந்த காந்தப் புலத்தைச் செயற்படுத்தி துகளை வெளிக்கொணரலாம். இதனைக் கொண்டு ஓர் இலக்கைத் தாக்கலாம்.

சைக்ளோட்ரானைப் பயன்படுத்திப் புரோட்டான், டியட்ரான் போன்ற துகள்களை முடுக்கலாம். இவற்றின் ஆற்றல் பல மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும். துகள் பெறும் ஆற்றலை $E = \frac{B^2q^2r^2}{2m}$ எனும் சமன்பாடு கொண்டு கணக்கிடலாம். ஆரம் பெருமமாக இருந்தால் ஆற்றலும் பெருமமாக இருக்கும்.

சைக்ளோட்ரானைப் பயன்படுத்தித் துகள்களை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கே முடுக்கமுடியும். துகளின் திசைவேகம் மிகும்போது நிறையும் மாறுகிறது. சார்பியல் கொள்கைப்படி V என்னும் திசைவேகத்தில் செல்லும் துகளின் நிறை

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

இங்கு m_0 என்பது துகள் அமைதி நிலையில் இருக்கும்போது உள்ள நிறையாகும். ஆகவே துகளின் திசைவேகம் மிகும்போது அதன் நிறை மிகுதியாகிறது. இதனால் துகள் இடைவெளியைச் சரியான நேரத்தில் கடக்கமுடியாது. எனவே சைக்ளோட்ரானைப் பயன்படுத்தித் துகளினை ஒரு வரம்பிற்கு மேல் முடுக்கமுடியாது.

சின்க்ரோ சைக்ளோட்ரான். சின்க்ரோ சைக்ளோட்ரான் சைக்ளோட்ரானின் திருத்திய அமைப்பேயாகும். இதில் ஒரு டீ மட்டுமே உள்ளது. இந்த டீக்கு எதிர்பக்கத்தில் ஓர் உலோகத் தகடு அமைத்து டீக்கும் உலோகத் தகட்டிற்கும் இடையே மாறுதிசை மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. இம்மின்னழுத்த அதிர்வெண் துகளின் திசைவேகத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாற்றமடைகிறது. துகள் இடைவெளியை அடையும்போது மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் திசை சரியாக மாறுவதால் துகள் மேன்மேலும் முடுக்கமடைகிறது.

முதல் சின்க்ரோ சைக்ளோட்ரான் 1947இல் லாரன்ஸால் அமைக்கப்பட்டது. இதில் பயன்படுத்திய காந்தமுனையின் விட்டம் 184 அங்குலம். காந்தப்பாய அடர்த்தி 1.5 வெபர்/மீட்டர்)^2. பயன்படுத்திய மாறுதிசை மின்னழுத்தம் 15 KV. இதன் அதிர்வெண் 12.5 MHz லிருந்து 8.5 MHZ வரை குறைந்தது. இதனைப்பயன்படுத்தி புரோட்டான் 100 MeV அளவுக்கு முடுக்கப்பட்டது.

பீட்டாட்ரான். எலெக்ட்ரானை மிக உயர் ஆற்றலுக்கு முடுக்குவதற்குப் பீட்டாட்ரான் பயன்படுகிறது. பீட்டாத்துகள் எலக்ட்ரான் துகளே ஆதலால் இம்முடுக்கியை பீட்டாட்ரான் என்பர். இதனைப் பயன்படுத்தி எலெக்ட்ரானை 300 MeV அளவுக்கு முடுக்கலாம்.

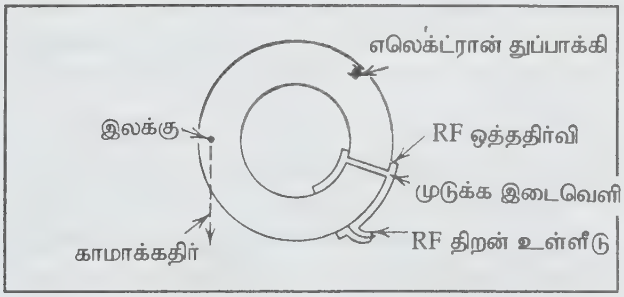
பீட்டாட்ரானில் ஒரு வளைபந்து வடிவ வெற்றிட அறை உள்ளது. இவ்வறை மின்காந்த முனைகளுக்கிடையே வைக்கப்பட்டுள்ளது. மாறுதிசை மின்னோட்டத் துடிப்பு கொண்டு மின்காந்தம் ஆற்றலடையச் செய்யபடுகிறது. இக்காந்தம் வளைபந்து வடிவ அறையில் ஆற்றல் வாய்ந்த காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்துகிறது. எலெக்ட்ரான் மூலத்திலிருந்து தோன்றுகின்ற எலெக்ட்ரான்கள் வெற்றிட அறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறா ஆரம் கொண்ட வட்டப்பாதையில் சுற்றும். சுற்றுப்பாதையில் பிணைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ள காந்தப்புலம் மாறுவதால் மின்தூண்டலால் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் பெறுகிறது. காந்தப்புலம் அதன் பெரும் மதிப்பை அடையும் போது எலெக்ட்ரான் சுற்றுப்பாதையை விட்டு வெளியே தள்ளப்படுகிறது. இவ்வாறு வெளிவருகின்ற எலெக்ட்ரானைப் பயன்படுத்தி எக்ஸ்-கதிர்கள் தோற்றுவிக்கலாம்.

சின்க்ரோட்ரான். சைக்ளொட்ரானைப் பயன்படுத்தித் துகள்களை ஒரு வரம்பிற்குத் தான் முடுக்கமுடியும். துகள்களை மேலும் முடுக்கமடையச் செய்வதற்குச் செயற்படுத்தும் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வெண் எழுத்துகளின் நிறை மாற்றத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாற்ற வேண்டும். அல்லது காந்தப்புலத்தை அதிகரிக்க வேண்டும்.

காந்தபுலத்தை அதிகரிக்கும் போது $B\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ஒரு மாறிலியாக அமையும். ஆகவே துகளின் திசைவேகம் அதிகரிக்கும்போது காந்தப்புலம் B ஐ $B\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ அதிகரித்து மாறாதவாறு செய்யவேண்டும். மின்புல அதிர்வெண் நிலையாக இருக்கும் இவ்வகையான முடுக்கியைச் சின்க்ரோட்ரான் என்பர்.

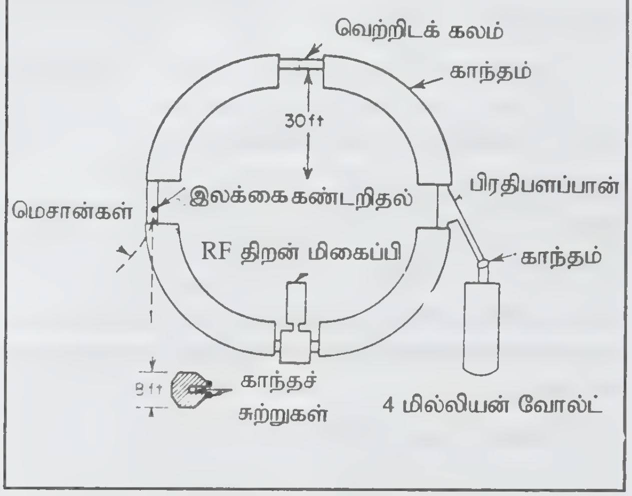
சின்க்ரோட்ரானில் இருவகைள் உண்டு. அவை, எலெக்ட்ரான், சின்க்ரோட்ரான், புரோட்டான் சின்க்ரோட்ரான் என்பன.

எலெக்ட்ரான், சின்க்ரோட்ரான். பீட்டாட்ரான், சைக்ளோட்ரான் ஆகிய இரு முடுக்கிகளின் தத்துவத்தை அடிப்படையாக கொண்டது. எலெக்ட்ரான் சின்க்ரோட்ரான். எலெக்ட்ரான் நிலையான ஆரம் கொண்ட சுற்றுப்பாதையில் புகுத்தப்படுகிறது. இதன் தொடக்க ஆற்றல் 50 முதல் 80 kev இருக்கும். எலெக்ட்ரான் முடுக்குவதற்கு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் பயன்படுகிறது. மாறுகின்ற மின்புலத்தை பயன்படுத்தி வட்டப்பாதையின் ஆரம் நிலையாக அமைக்கப் படுகிறது. சைக்ளோட்ரான் போன்று ஆற்றல் படிப்படியாக அதிகரிக்கப்படுகிறது.



படம் 4. எலெக்ட்ரான் சின்க்ரோட்ரான்

புரோட்டான் சின்க்ரோட்ரான். இதனைப் பீவாட்ரான் எனக்கூறுவர். அவற்றில் ஆயிரக்கணக்கான சிறிய துடிப்புகளைப் பயன்படுத்தி புரோட்டான் முடுக்கப்படுகிறது. இதன் செயற்பாடு பீட்டாட்ரான் போன்றதேயாகும். இதில் நான்கு இடைவெளி கொண்ட ஒரு வெற்றிட குழாய் உள்ளது. இந்த இடைவெளிகள் புரோட்டனை உட்புகுத்துவதற்கும் பின்பு முடுக்குவதற்கும் வெளிக்கொணரவும் பயன்படுகின்றன. காந்தப்புலம் அறைக்குச் செங்குத்துத் திசையில் செயல்படுகிறது. ஒத்திசைவிலுள்ள மாறுகாந்தப் புலம் புரோட்டானை முடுக்குகிறது. காந்தப்புலத்தை அதிகரித்தும் மேன்மேலும் முடுக்கப்படுகிறது. இதனால் முடுக்கப்படும் புரோட்டான் ஆற்றல் காஸ்மிக் கதிர் ஆற்றலை அடைவதால் புரோட்டான் சின்க்ரோட்ரானைக் காஸ்மாட்ரான் எனவும் குறிப்பிடுவர்.



படம் 5. புரோட்டான் சின்க்ரோட்ரான்

முடுக்கிகளின் பயன்கள். உயர் ஆற்றல் முடுக்கிகள் அணுக்கரு அமைப்புப் பற்றி ஆய்வதற்கும் அடிப்படைத் துகள்கள் பற்றி அறிந்துகொள்வதற்கும் முதன்மையாகப் பயன்படுகின்றன. உயர் ஆற்றல் கொண்ட துகள்கள் அணுக்கருவில் உள்ள துகள்களுடன் வினைப்படுகின்றன. இவ்வகையான முதல் சோதனையை ரூதர் போர்டு 1919ல் செய்தார். அவர் நைட்ரஜனைச் சிதைவுறச் செய்ய இயற்கையாகக் கிடைக்கும் ஆல்.ஃபாத் துகள்களை பயன்படுத்தினார். இவ்வினையைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$N^{14} + He^{4} \rightarrow O^{17} + H^{1}$$

அதாவது நைட்ரஜன் அணுவுடன் ஹீலியம் செயற்படும்போது நைட்ரஜன் அணு சிதைவுற்று ஆக்சிஜன் அணுவாக மாறுகிறது.

இவ்வகையான சோதனைகளுக்கு 1930இலிருந்து முடுக்கிகளால் முடுக்கப்பட்ட துகள்கள் பயன்பட்டன. ஓர் அணுக்கரு, உயர் ஆற்றல் கொண்ட துகள்களால் தாக்கப்படும்போது நிலையற்ற ஓர் அணுக்கரு தோன்றுகிறது. இந்த நிலையற்ற அணு ஓர் எலெக்ட்ரானை உமிழ்ந்த பின் நிலைப்படுகிறது. இதிலிருந்து அணுக்கருவின் அமைப்பைப்பற்றி ஆராயலாம்.

உயர் ஆற்றல் துகள்கள் அணுக்கருவின் மீது விழும்போது சிதறல் அடைகின்றன. சிதறல் அடைந்த துகள்களின் ஆற்றல், உந்தம் ஆகியவற்றை அளவிடுவதிலிருந்து அணுக்கரு அமைப்பினை அறியலாம்.

முடுக்கியிலிருந்து பெறப்படும் உயர் ஆற்றல் துகள் கொண்டு புதிய துகள்களைத் தோற்றுவிக்கலாம். புதிய துகள்கள் தோன்றுவதிலிருந்து ஆற்றல் பொருளாக மாறும் தத்துவத்தை அடிப்படையாக கொண்டது. மேசான், ஹைப்ரான் ஆகிய இருவகைத் துகள்களும் இம்முறையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவையே ஆகும். முடுக்கிகளைப் பயன்படுத்தி முடுக்கப்பட்ட உயர் ஆற்றல் துகள்கள் கொண்டு எதிர்த்துகள்களும் (anti particles) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பீடாட்ரானைப் பயன்படுத்தி எதிர்ப்புரோட்டான் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

- அ.சுந்தரவேலுசாமி

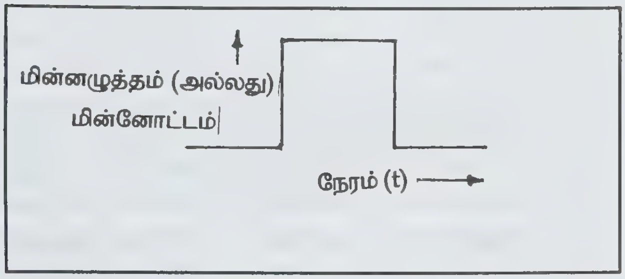
துடிக்கும் அண்டம்

சுருங்கி விரியக்கூடிய சக்கரவிதிக்குட்பட்டது அண்டம். மிக வேகமாகவும் சீராகவும் மெதுவாகவும் அண்டம் விரியும்போது துடிக்கும் அண்டம் உருவாகிறது. தோற்றங்கள் (observation) அணுக, அண்டத்தின் பல கூறுகள் ஆயப்பட்டிருக்கின்றன. தொடர்ச்சியாக விரிவடையும் அண்டத்தைக் காமோ (gamao) உருவாக்கிய பிக்பாங் (big bang) கொள்கை மூலம் விளக்க முடியும். இக்கொள்கையிலுள்ள ஹப்புல் தொடர்பு ($d = V_r H$) இங்கு d என்பது பால் வழி மண்டல தொகையைத் V_r என்பது குறைவிசை வேகத்தையும் H என்பது ஹப்பில் மாறிலியையும் குறிப்பவாகும். எப்போதும் மாறிலியாக உள்ளமையால் அண்டத்தின் வயதைக் காண இயலுகிறது. இதன் எடை மாறியாகவும் அடர்த்தி (density) குறைந்து கொண்டுமுள்ளதாயும் அறியலாம். துடிக்கும் அண்டம் இதற்கு முற்றும் மாறான ஒரு கொள்கையாகும். அண்டம் விரிவாகும்போது விரிவாகும் தன்மை குறைந்து ஒரு சமயத்தில் இப்பண்பு அறவே அற்றுப் போய்ச் சுருங்கல் ஏற்படுகிறது. இவ்வண்டத்தில் ஆற்றல் (total energy) மாறிலியாகித் துடிக்கிறது.

- எம். அரவாண்டி

துடிப்பு அலையாக்கி

திடீரெனப் பெரிதாக்கவும் மிகக் குறைந்த இடைவேளையில் தட்டையான உச்சியைப் பாதுகாக்கவும் மிகு மின்னழுத்தம் சுழியாகவும் மாறும் தன்மையுடைய அலையமைப்பை (wave form) உருவாக்கும் மின்னணுச்சுற்று, துடிப்பு அலையாக்கி (pulse generator) எனப்படும்.

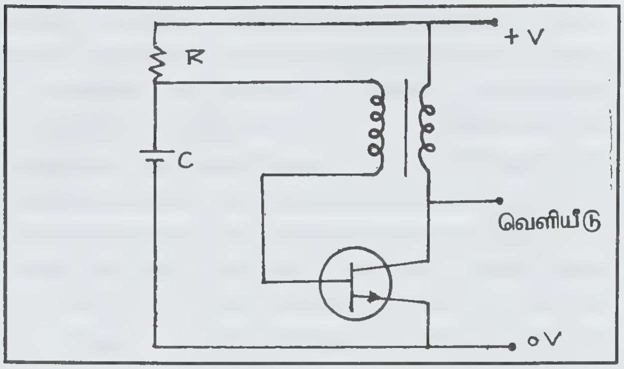


படம் 1. நல்லியல்பு துடிப்பு அலையமைப்பு

தளர்வு அலையியற்றி வகையைச் சார்ந்த பன்னலை அதிர்வி (multivibrator) மிகக் குறைந்த காலத்தில் செவ்வக அலையை உருவாக்கும் திறன் வாய்ந்த துடிப்பு அலையாக்கி ஆகும். நல்லியல்பு செவ்வக அலையமைப்பு, படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மிகக் குறைந்த நேரத்தில் நேர்கோடு அலையமைப்பை உருவாக்கக்கூடிய தனி வகைச் சுற்றுகள் உள்ளன. துடிப்பு அலையாக்கிக்கு எடுத்துக்காட்டாக, தொடக்கிய தடுக்கும் அலையியற்றியைக் (triggered blocking oscillator) குறிப்பிடலாம். இந்த அலையியற்றியில் வெளியீட்டிலிருந்து உள்ளீட்டிற்கு மின்மாற்றிப் பிணைப்புப் பின்னூட்டம் (transformer-coupled feedback) உள்ளது. கணிப்பொறி மற்றும் இலக்கச் சுற்றுகளில் இவ்வகைத் துடிப்புகள் அடிப்படைக் குறிப்பலையாகப் பயன்படுகின்றன.

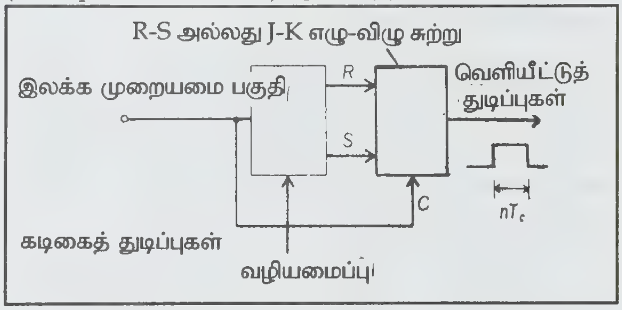
தடுக்கும் அலையியற்றிகள் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் அலையை உருவாக்குகின்றன. இது ஒருநிலை, இரு நிலைப் பன்னலை அதிர்விகள் போன்ற சுற்றுகளைத் தொடக்கச் செய்கிறது. துடிப்பு அலையாக்கியில் துடிப்பு நேரம், அலை வடிவம் ஆகியன மிகும் அல்லது குறையும் நேரங்களுக்குச் சம முக்கியத்துவம் அளிக்கப்படும். இவ்வகையில் தடுக்கும் அலையியற்றி அனைத்து நிலைகளிலும் நன்கு செயல் படுகிறது.

ஓர் எளிய தடுக்கும் அலையியற்றியின் சுற்று படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. TR_1 பொது உமிழ்வான் சுற்று ஆகும். இங்கு அடிவாயிற்கும் சேகரிப்பானிற்கும் கட்டத் தலைகீழாக்கம் ஏற்படுகிறது. மேலும் மின்மாற்றி T கட்டத் தலைகீழாக்கம் செய்கிறது.



படம் 2 தடுக்கம் அலையியற்றியின் அடிப்படைச் சுற்று

இலக்கக் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்பு அலையாக்கி. துடிப்பு அலையாக்கி வரிசையாகத் துடிப்புகளை உண்டாக்கும் மின்னணுச் சுற்றாக மட்டுமன்றி மாறும் கால தாமதங்களுடன் வரிசையான துடிப்புகள் துடிப்புத் தடிமன் (pulse width), துடிப்புத் தொடர் இணைப்புகள் நுண்ணியக்கிக் கட்டுப்பாடு (microprocessor control) ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.



படம் 3. இலக்கக் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்பு அலையாக்கி

இலக்கக் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்பு அலையாக்கியின் சுற்று படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் வரிசையான கடிகைத் துடிப்பின் கட்டுப்பாட்டின் கீழ் R-S அல்லது J-K எழு-விழு சுற்று (flip-flop) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இலக்க முறையமை பகுதி (digital logic block) அமைவு (set) மாற்றமைவு (reset) கடிகைத் துடிப்புகள் போன்றவற்றின் சரியான சேர்க்கைகளைக் கண்டறிகிறது.

இதன் விளைவாகக் சேகரிப்பான் சுற்று ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்ணில் அலைவுகளை உருவாக்குகிறது. மின் தேக்கி C ஐ மின்னூட்டம் செய்வதன் மூலம் திரிதடையம் TR_1 அடிவாய் மின்னோட்டத்தை இழக்கிறது. இப்போது திரிதடையத்தின் செயல்பாடு தடைப்படுகிறது. அலையின் முதல் பாதிச் சுழற்சியில் TR_1 இன் செயல்பாடு

தடைப்படுகிறது. பின்னர் மின்தேக்கி C, மின்தடை R வழியாக மின்னிறக்கம் பெறுகிறது. மின்தேக்கி C இதற்கிடையேயான மின்னழுத்தம் குறைத்து TR_1 இன் அடிவாய் மின்னோட்டம் பெறும்வரை TR_1 செயல்படா நிலையில் இருக்கும். அடுத்த அரைச் சுழற்சியில் TR_1 செயல்படா நிலையை அடைகிறது. இச்சுழற்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. சேகரிப்பான் சுற்றில் எதிர் மின்னழுத்தத் துடிப்புகள் உண்டாகின்றன. துடிப்புகளின் கால மாறிலி R_c ஆகும். R அல்லது C இன் மதிப்புகளை மாற்றித் துடிப்பின் அதிர்வெண்ணைக் கட்டுப்படுத்தலாம். தடுக்கும் அலையியற்றியின் இயற்கை அதிர்வெண் $f = \frac{n+1}{Rc}$ ஆகும். இங்கு n என்பது மின்மாற்றியின் குறைப்பு விகிதம் (step-down ratio) எனப்படும்.

வெளியீட்டுத் துடிப்பு R = 1 என்னும் நிலையில் பின்தொடரும் கடிகைத் துடிப்பைத் தொடங்கவும் S = 1 என்னும் நிலையில் கடிகைத் துடிப்பை நிறுத்தவும் செய்கிறது. வழியமைப்புச் (program) செய்யப்படும் துடிப்பின் தடிமன் nT_c ஆகும். இங்கு T_c என்பது கடிகைத் துடிப்பின் கால இடைவெளி ஆகும். இங்கு n = 1 ஆகும்.

துடிப்பு உருவாக்கும் வலையமைப்புகள். இவ்வகை வலையமைப்பு இழப்பில்லாத பரப்புகை மின்தொடரில் (transmission line) தாமத சிறப்பியல்பை உண்டாக்குகிறது. துடிப்பு உருவாக்கத்தின் காலத்தைக் கட்டுப்படுத்தச் சரியான இணைப்பு மாற்ற உறுப்புகள் பயன்படுகின்றன.

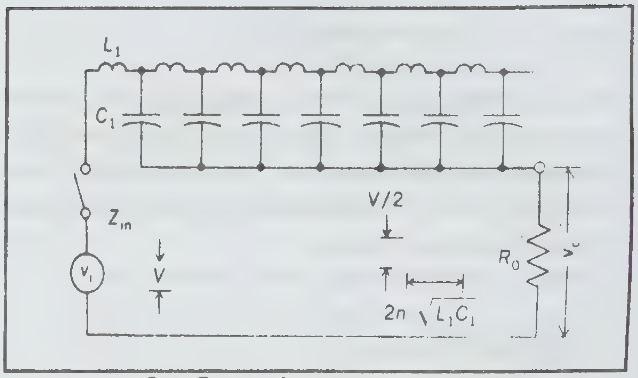
இழப்பில்லாத பரப்புகளைத் மின்தொடர் சிறப்பியல்பு மின்மறிப்பைப் (characteristic impedance) பெற்றிருக்கிறது.

$$R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad (1)$$

இங்கு, என்பது தொடர் மின்தூண்டம் (series inductance) C ஓரலகு நீளத்திற்கு இணை மின்தேக்குந்திறன் (shunt capacitance) ஆகும். தொடரியலான LC உறுப்புகள் n என்னும் எண்ணைப் பெற்றுள்ள வலையமைப்பால் இவ்வகை மின்தொடர் தோராயப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் வழியாக உள்ளீட்டிலிருந்து வெளியீட்டிற்குத் துடிப்பு வந்து சேரும் தாமதம் T_d ஆகும்.

$$T_d = n\sqrt{LC} \qquad (2)$$

வலையமைப்பு, துடிப்பு அலையாக்கியில் பயன்படும் விதத்தைப் படம் 4 தெளிவாக்குகிறது. மூலம் இணைப்பு மாற்றியால் இணைக்கப்பட்டு முடிவில்லாத பரப்புகை மின்



படம் 4. மின்தொடர் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்பு ஆலையாக்கியின் தத்துவம்

தொடரில் மின்தடை கம்பியின் சிறப்பியல்பு மின்மறிப்பிற்குச் சமமாக இருக்குமாறு செய்கிறது. R_0 குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மின்னழுத்தம் அளிக்கப்பட்டவுடன் மின் தொடரிலுள்ள அனைத்து மின்தேக்கிகளும் முழுமையாக மின்னூட்டமடைகின்றன. மின்தொடரின் உள்ளீட்டு மின்மறிப்பு R_0 ஆகும். மினனோட்டம் I பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$I = \frac{V_i}{2R_0} \qquad (3)$$

மின் தொடரின் படிநிலைச் சார்பு (step function) மின்தேக்கிகளைத் தொடர்ச்சியாக மின்னூட்டம் செய்கிறது. அனைத்து மின்தேக்கிகளும் மின்னூட்டம் அடைந்து இறுதியில் கட்டம் மாறுபடாமல் பின்னோக்கிச் செல்கிறது. T நேரத்தில் மூலத்திற்குத் திரும்புகிறது.

$$T = 2n\sqrt{LC} \qquad (4)$$

இந்நேரத்தில் மின்தொடர் முழுமையாக மின்னூட்டம் பெற்றிருக்கும். மின்மறிப்பு முடிவிலியாக மாறுகிறது. எனவே மின்னோட்டம் தடைப்பட்டு Ro இற்கு இடையில் தோன்றும் துடிப்பு திடீரென்று நீக்கப்படுகிறது.

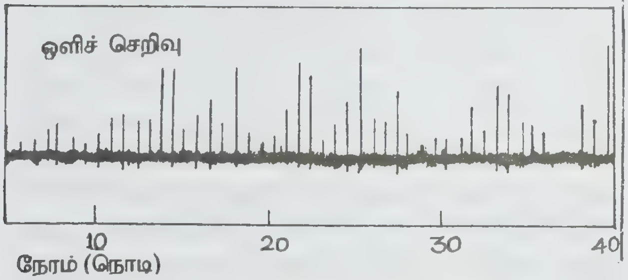
மின்னாக்கியை மூலமாகவும் குறுக்குச் சுற்று மின் தொடரைக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்று உறுப்பாகவும் பயன்படுத்துபவற்றிலிருந்து இதே முடிவுகள் பெற முடியும். பல்வேறு வகையான தாமத மின்தொடர் கட்டுப்பாட்டுத் துடிப்பு அலையாக்கிகள் காணப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட திறன் வாய்ந்த துடிப்புகளை உருவாக்கும் துடிப்பு அலையாக்கிகள் ரேடார் அலைப் பரப்பிலுள்ள பண்பேற்றிகளில் (modulators) பயன்படுகின்றன.

- பெ. துரைசாமி

துடிப்பு விண்மீன்கள்

செறிவான ரேடியோ அலைகளை (radion waves) விட்டு விட்டுத் தெறித்து உமிழும் விண்ணியல் ரேடியோ ஒளி மூலங்கள் பொதுவாகத் துடிப்பு விண்மீன்கள் (pulsars) எனப்படும். 1968- ஆம்ஆண்டில் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழகத்தின் மூல்லார்டு ரேடியோ வானவியல் ஆய்வுக் கூடத்தைச் (Mullard Radioastronomy Observatory) சேர்ந்த பெல் என்பாரால் முதன்முதலில் இந்தத் துடிப்பு விண்மீன்கள் இனங்கண்டறியப்பட்டன. வானியல் ஆராய்ச்சி யாளர்கள் இதுவரை 500க்கும் மேற்பட்ட துடிப்பு விண்மீன் களைச் சுட்டிக் காட்டியுள்ளனர். இவற்றுள் சில அண்டமான பால்வெளி மண்டலத்தில் (milky way) இருக்கின்றன. எனினும் அவை நீண்ட தொலைவில் உள்ளமையால் நடைமுறையில் உள்ள பயனுறு திறன்மிக்க ரேடியோ தொலை நோக்கிகளினாலும் (radio telescope) இவற்றைக் கண்டறிவது மிகவும் கடினமாக இருக்கிறது.

துடிப்பு விண்மீன்களின் ஒளிச் செறிவு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் மாறுபட்டு அம்மாறுதல் ஒரு குறுகியகால நெடுக்கைக்குப் பிறகு மீண்டும் நிகழக்கூடியதாக இருக்கிறது. இதனால் இவற்றைத் துடிப்பு விண்மீன்கள் எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். துடிப்பின் அலைவுக் காலத்தைத் துடிப்பான நேரம் (pulsating period) என்பர். இந்தத் துடிப்பலை நேரம் ஒரு குறிப்பிட்ட துடிப்பு விண்மீனுக்கு மாறிலியாக இருக்கிறது. ரேடியோ தொலை நோக்கி மூலம் பெறப்பட்ட ஒரு துடிப்பு விண்மீனின் ஒளிச் செறிவு மாற்றம், படம்-1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து



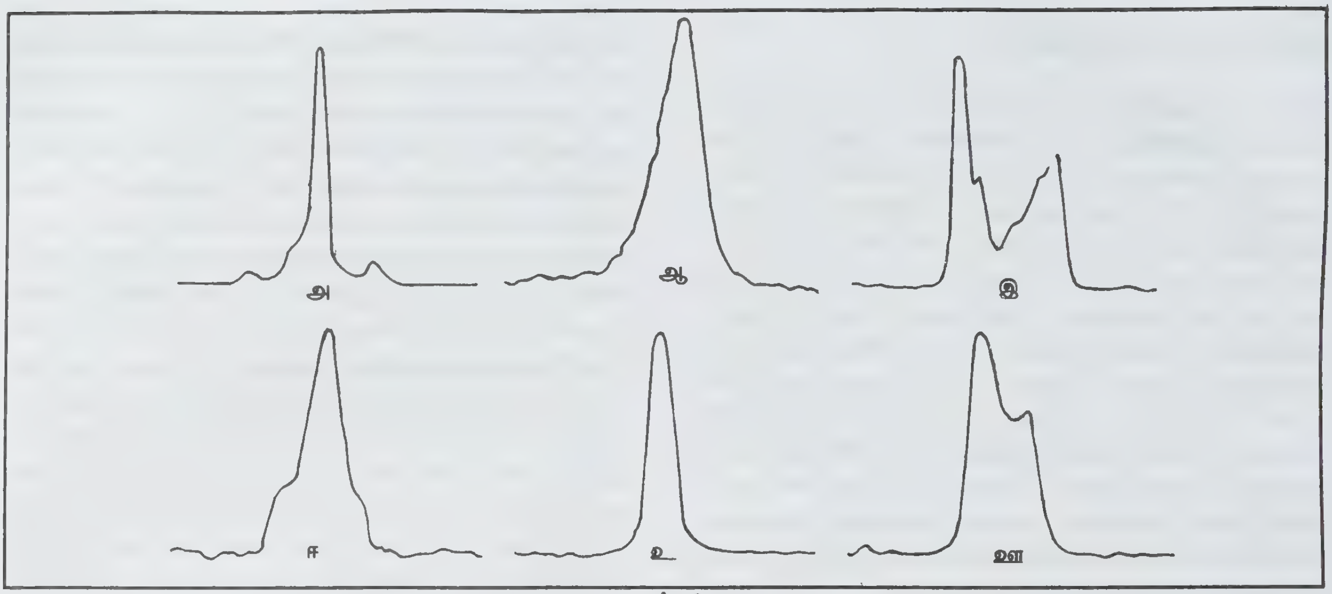
படம் 1. 7500 ஒளி ஆண்டுகளுக்கு அப்பாலுள்ள PSR 0329 ÷ 54 என்னும் ஒரு துடிப்பு விண்மீனின் ஒளிச் செறிவு மாற்றம்

அதன் ஒளிச் செறிவு சீரற்று அடுத்தடுத்துப் பெருமங்களையும் சிறுமங்களையும் பெற்று விளங்குகிறது என்பதை அறியமுடிகிறது. பெருமங்களின் அளவு மாறுபட்டி ருந்தாலும் அவற்றின் இருப்பிடங்கள் துல்லியமாக அதாவது அடுத்தடுத்து வரும் இரு பெருமங்களுக்கிடைப்பட்ட காலம் மாறிலியாக அமையும்.

நியூட்ரான் விண்மீன்கள். துடிப்பு விண்மீன்கள் நியூட்ரான் விண்மீன்களாக இருக்கலாம் என்பதற்கு இயற்பியல் சான்றுகள் உள்ளன. ஒரு விண்மீனின் படிவளர்ச்சியில் இறுதி நிலைகளில் ஒரு கட்டமே நியூட்ரான் விண்மீன் என்பது. மிதமானது முதல் உயரளவு வரை நிறை கொண்ட விண்மீன் ஒளிர்வுற்று ஓய்ந்த பின்னர் தன் நிலையற்ற தன்மை காரணமாகச் சிதைவுறு விண்மீனாக (supernova) மாறும் தறுவாயில் எஞ்சி நிற்கும். அதன் உள்ளகமே நியூட்ரான் விண்மீன் எனப்படும். நியூட்ரான் விண்மீனுக்குரிய மாதிரிகள் (models) 1930 ஆம் ஆண்டில் விண்மீன்கள் ஒளிமூலம் சார்ந்த அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகள் (fusion reaction) மூலம் நிறுவப்பட்டன. பல ஆயிரக்கணக்கான கி.மீ. ஆரமுடைய ஒரு சாதாரண விண்மீன் நியூட்ரான் விண்மீனாக வரும்போது அதன் ஆரம் ஏறக்குறைய 20 கி.மீ. எனச் சுருங்கி விடுகிறது. குறுகிய பரிமாணமுடைய இவற்றை ஆற்றல் மிக்க தொலை நோக்கிகள் மூலம் கண்டறிவது மிகவும் கடினமாக இருக்கிறது. துடிப்பு விண்மீன்களைக் கண்டறிந்தபோது அதை நியூட்ரான் விண்மீன்களாக இருக்க வேண்டும் என்றும் அவற்றின் கோண உந்தம் (angular momentum) மற்றும் காந்தப் பாயச்செறிவு (flux density) இவற்றின் மாறாக் கோட்பாட்டுக் கொள்கையின் காரணமாக மிகவும் விரைவாகச் (ஒரு நொடிக்குச் சில நூறு முறை) சுழலும்படிச் செய்யும் என்றும் கண்டறியப்பட்டன. மேலும் இதனால் காந்தப் புலம் அவற்றின் புறப்பரப்பில் மிக அதிகமாக (10^{12} காஸ் அல்லது 10^{8} டெஸ்லா) இருக்க வேண்டும் எனவும் அறியப்பட்டது. இவ்விரு சிறப்புப் பண்புகள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் 1 செ.மீ. முதல் பல மீட்டர் அலை நீளமுள்ள ரேடியோ அலைகளை உமிழும் திசையொவ்வாப் பண்பினைக் கொடுக்கின்றன.

ஓரளவு உயர் காந்தப் புலத்தைத் தோற்றுவிக்கக்கூடிய விண்மீன் சுழலும்போது அதன் சுழற்சி வேகம் அது தன் ஆற்றலை உமிழக் குறைவுற வேண்டும் என எதிர்பார்க்கலாம். ஒரு துடிப்பு விண்மீனின் இயக்கத்தை நுட்பமாக ஆய்ந்தபோது இது உண்மையாக உள்ளமை கண்டறியப்பட்டது. அப்போது துடிப்பு விண்மீன்கள் துடிப்பலை நேரம் (மாறொளிர்விடைக் காலம்) ஏறத்தாழ ஆயிரமாண்டுகளில் இரு மடங்காகிறது என்பது கண்டறியப்பட்டது.

துடிப்பலை உமிழ்வுகள். ஒரு துடிப்பு விண்மீனின் பல நூறு துடிப்பலை உமிழ்வுகளின் (pulsed emissions) சராசரியை ஓர் அலை வடிவில் காட்டலாம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட துடிப்பு விண்மீனின் தனிச் சிறப்பியல்புகளைக் காட்டக் கூடியதாக இருக்கிறது. படம்-2 இல் ஆறு துடிப்பு விண்மீன்களின் துடிப்பலைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன



படம் 2

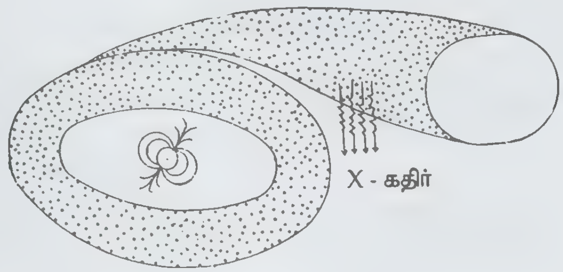
(அ) PSR 0329 ÷ 54, (ஆ) PSR 0950 ÷ 08, (இ) PSR 1237 + 25, (ஈ) PSR 1508 ÷ 55,
(உ) PSR 1542 ÷ 03 (ஊ) PSR 1979 + 21

துடிப்பலைகளின் அமைப்பில் காணப்படும் மாற்றங்கள் துடிப்பு விண்மீனால் தோற்றுவிக்கப்படும் காந்தப் புலம் மற்றும் புவியைப் பொறுத்து அதன் சார்புச் சுழற்சியில் காணப்படும் வேறுபாடுகளே ஆகும். ஒரு துடிப்பலையின் அமைப்பு பொதுவாக அதன் மையத்தைப் பொறுத்து ஒரு சீர்மையுடன் (symmetry) காணப்படுகிறது.

ஒரு துடிப்பு விண்மீனின் உமிழ்வுகள் பொதுவாக முனைவாக்கப் பட்டனவாக (polarised) உள்ளன என்றும் முனைவாக்கம் மெதுவான சுழற்சிக்குள்ளாகும் என்றும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஒரு தனித்துடிப்பலையில் சில சிறு துடிப்பலைகள் (sub pulses) பொதுவாகச் சேர்ந்து காணப்படும். இத்துணைத் துடிப்பலைகளின் செறிவு ஒரு சீராக மாறுபடுகிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இது துடிப்பு விண்மீன்களுக்கு இருக்கக் கூடிய துணைத் துடிப்பலை நேரத்தைப் (துணை மாறொளிர் விடைக்காலம்) புலப்படுத்திக் காட்டுகிறது.

நிறமாலைகள். துடிப்பு விண்மீன்கள் உமிழும் ரேடியோ அலைகள் 10^8- 10^{10} H_2 என்னும் அதிர்வெண் நெடுக்கையில் காணப்படுகின்றன. துடிப்பு விண்மீன்களின் காந்த புலச் செறிவு அலை உமிழும் ரேடியோ அலையின் அதிர்வெண்ணுக்கு ஏற்பக் குறைகிறது. இத்தொடர்பு f^{-1} அல்லது f^{-2} என்னும் வகையில் இருக்கலாம் என அறிந்துள்ளனர். 10^8ஹெர்ட்சுக்கும் குறைவான அதிர் வெண்ணில் அவை அண்டவெளியில் உள்ள பின்னணிக் கதிர்வீச்சுகளுடன் (back ground radiation) ஒரு குறுக்கீட்டு விளைவை ஏற்படுத்துவதால் அவற்றை இனங்கண்டு கொள்ள முடியாதிருக்கிறது. அது போல 10^8Hz அதிர்வெண்ணிற்கும் மேல் பெரும்பாலான துடிப்பு விண்மீன்களிலிருந்து புவிக்குக் கிடைக்கக்கூடிய ஒளிச் செறிவு மிகவும் குறைவாக உள்ளமையால் இன்றைய ஆய்கருவிகளினால் அவற்றை இனங்காண இயலவில்லை.

கட்புலனாகும் ஒளி மற்றும் கூடுதலான அதிர்வெண்களுடன் கூடிய துடிப்பு விண்மீன்களும் இப் பேரண்டத்தில் உண்டு. இவற்றுள் குறிப்பிடக்கூடியது நண்டு வடிவ ஒண்முகிற் படலத்தில் (crab nebula) உள்ள துடிப்பு விண்மீனாகும். வேறு சில இளம் துடிப்பு விண்மீன்கள் தீவிரமான எக்ஸ் கதிர் மற்றும் காமாக் கதிர்களை விண்மீன்கள் உமிழ்வதற்கான பிறிதோர் இயற்பியல் வழி முறை இதற்குக் காரணமாக இருக்க வேண்டும் என்பதை இது வலியுறுத்துகிறது. இத்தகைய ஒளி மூலங்கள் அவற்றுடன் ஈர்ப்பு விசையால் பிணைக்கப்பட்டுள்ள மற்றொரு பெரிய விண்மீனுக்கு அருகில் காணப்படுகின்றன. இதனால் பெரிய விண்மீனிலிருந்து வளிமங்கள் துடிப்பு விண்மீனுக்கு மாறும்போது இந்த எக்ஸ் கதிர்கள் உமிழப்படலாம் என்பர் (படம் 3). பரிமாற்றப்படும் வளிமம் பெறும் மிகுதியான வெப்பம் காரணமாக வெப்ப எக்ஸ் கதிர்கள் உமிழப்படலாம். இது துடிப்பு விண்மீன்கள் இயல்பாக உமிழும் ரேடியோ அலை உமிழ் வழி முறையைப் பெரிதும் பாதித்துவிடுவதால் இவை எக்ஸ் கதிர் உமிழ்வு துடிப்பு விண்மீன்களாகத் தோற்ற மளிக்கின்றன.

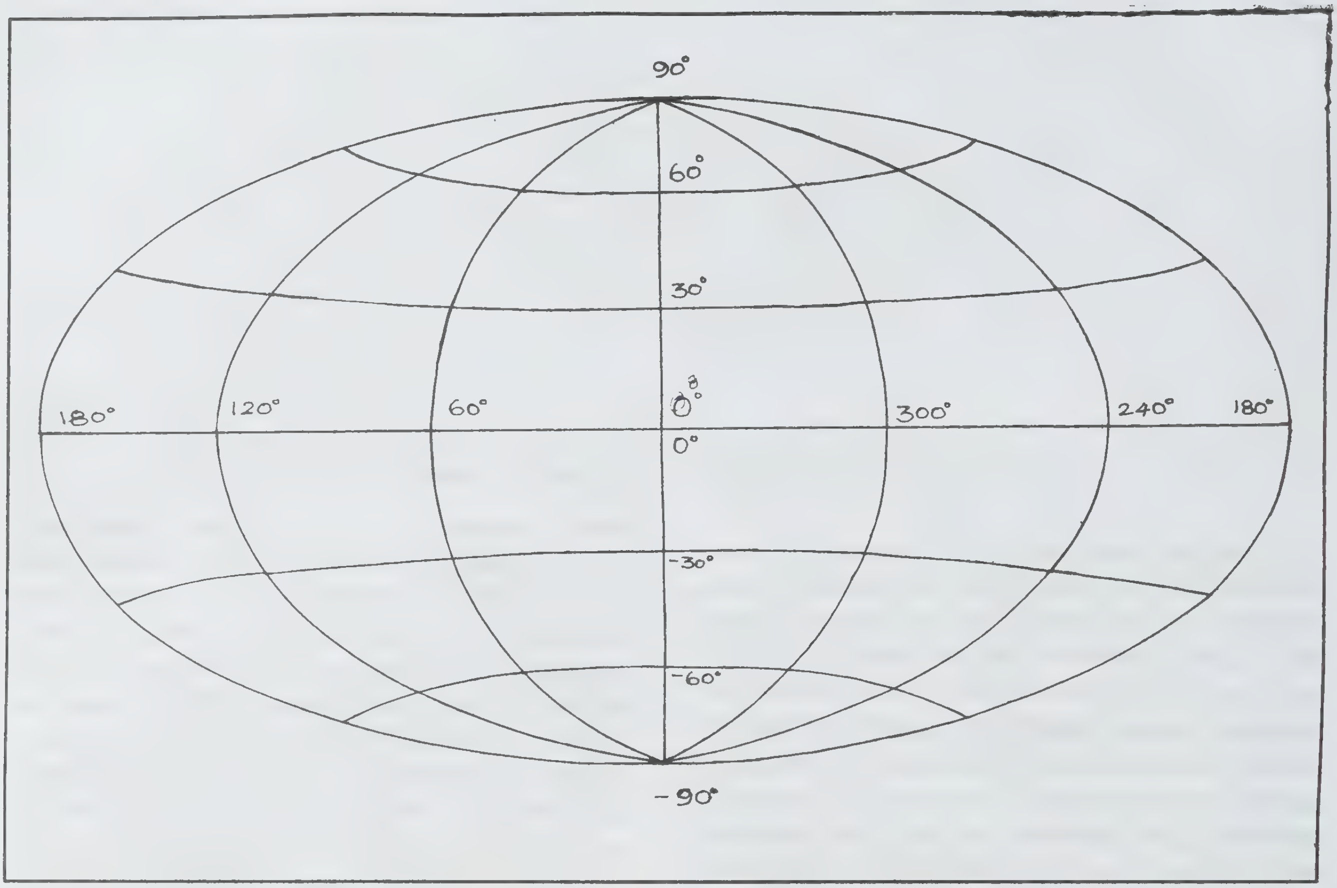


படம் 3. எக்ஸ் கதிர் உமிழும் துடிப்பு விண்மீன்

விண்மீன் இடைஊடகங்கள். விண்மீன் இடை ஊடகத்தில் மெலிதாக விரவியுள்ள வளிமத்தைப் பற்றியும் அவ்வெளியில் உள்ள காந்தப் புலத்தைப் பற்றியும் அறிய இந்தத் துடிப்பு விண்மீன்கள் பயன்படுகின்றன. 1420 MHz அதிர்வெண்ணுடைய அலை எவ்வாறு உள்ளேற்கப்படுகிறது என்பதைக் கொண்டு இதைச் செய்ய முடிகிறது. 1420 MHz பாரா, ஆர்தோ, ஹைட்ரஜன் நிலைமாற்றத்தால் உமிழப்படும் ஆற்றலின் அதிர்வெண்ணாகும். ஒண்முகிற் படலங்களின் வடிவமைப்பு, துடிப்பு விண்மீன்களின் தொலைவு இவற்றைக் கணிக்க இவ்வகை ஆய்வுகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. விண்மீன் இடைஊடகத்தில் வளிமத்தின் அடர்த்தி மிகக் குறைவு என்பதால் எலெக்ட்ரான்களும் அயனிகளும் சேரும் காலம் (recombination time) மிகவும் அதிகமாக இருக்கும். இதனால் இடைஊடக வளிமத்தில் கணிசமான அளவில் அயனிகள் இருக்கலாம் என எதிர்பார்க்கலாம். இதன் விளைவாக ரேடியோ அலைகளின் ஒளி விலக்கம் அதிர்வெண் சார்ந்து அமைகிறது. உயர் அதிர்வெண் அலைகளைவிடத் தாழ் அதிர்வெண் அலைகள் மெதுவாக ஊடுருவிச் செல்கின்றன. துடிப்பு விண்மீனின் அகன்ற பட்டையுடன் (wide band) கூடிய துடிப்பலை, இப்பிரிகை அளவீட்டிற்குப் பேருதவியாக இருக்கிறது. துடிப்பு விண்மீனின் தொலைவு தெரியுமானால் இப்பிரிகை அளவீட்டிலிருந்து இடைஊடகத்தின் எலெக்ட்ரான் செறிவை மதிப்பிட முடிகிறது. அண்டத் தட்டையில் (galatic disc) சராசரி எலெக்ட்ரான் செறிவு 0.03/கன.செ.மீ என்றும் பெரும்பாலான துடிப்பு விண்மீன்கள் புவியிலிருந்து 10,000 ஒளி ஆண்டுத் தொலைவிற்குள் அமைந்திருக்கின்றன என்றும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இதுவரை கண்டறிந்த துடிப்பு விண்மீன்களின் அமைவிடங்களைக் கொண்டு பேரண்ட வெளியில் அவற்றின் பங்கீட்டு முறையை ஒரு சுட்டுப் படமாகக் காட்டியுள்ளனர். (படம் 4) இதிலிருந்து பெரும்பாலான துடிப்பு விண்மீன்கள் அண்ட நடுவரைக் கோட்டிற்கு (galactic equator) $+10^0$ கோணத்திற்குள் காணப்படுகின்றன என்றும், அண்ட மையத்திற்கு அருகிலுள்ள அரைவட்டக் கோளப் பகுதிக்குள் அமைந்திருக்கின்றன என்றும் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. பால் வெளி மண்டலத்திலும் துடிப்பு விண்மீன்கள் உள்ளன என்பதையும் இப்படம் புலப்படுத்திக் காட்டுகிறது. பேரண்ட வெளியில் துடிப்பு விண்மீன்கள் 20,000 ஒளி ஆண்டுகள் தடிப்புள்ள, 40,000 ஒளி ஆண்டுகள் ஆரமுள்ள அண்ட மையப் பகுதியில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன என்றும் ஓர் அண்டத்தில் 5×10^5 துடிப்பு விண்மீன்கள் இருக்கலாம் என்றும் மதிப்பிட்டுள்ளனர்.

துடிப்பு விண்மீன் உருவாவதற்குக் காரணமான நிறையும் பொலிவு மிக்க ஒளிர்வுறு விண்மீன்களின் பங்கீட்டுத்தளமும் துடிப்பு விண்மீனின் பஞ்கீட்டு முறையும் தளத்தை ஏறக்குறைய ஒத்திருக்கின்றது. எனினும் இதன் தடிப்பு 500 ஒளி ஆண்டுகள் மட்டுமே. அண்டத் தட்டையிலிருந்து மிக அதிகமான தொலைவிடங்களில் இந்தத் துடிப்பு விண்மீன்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்றும், ஒரு துடிப்பு விண்மீன் சிதைவுறு விண்மீனின் எச்சமாகத் தோன்றும்போது அதன் இயக்க வேகம் 100 கி.மீ/நொடி அல்லது கூடுதலாக இருக்கிறது என்பதே இதற்குக் காரணமாக இருக்க வேண்டும் என்றும் இதனால் முடிவு செய்திருக்கின்றனர். சராசரி வாழ்காலமான 5×10^6 ஆண்டுகளில் ஒரு துடிப்பு விண்மீன் 1500 ஒளி ஆண்டுகள் இடப் பெயர்ச்சிக்கு உள்ளாகிறது. துடிப்பு விண்மீனின் சராசரி வாழ்வு மற்றும் அண்ட வெளியில் துடிப்பு விண்மீன்களின் செறிவு இவற்றைக் கொண்டு பத்தாண்டுகளுக்கு ஒன்று என்னும் வீதத்தில் துடிப்பு விண்மீன்கள் இவ்வண்டத்தில் உருவாகின்றன என்று மதிப்பிட்டுள்ளனர்.



படம் 4 - துடிப்பு விண்மீன்களின் பங்கீட்டுத் தனம்

மில்லி நொடித் துடிப்பு விண்மீன்கள். நண்டு வடிவ ஒண்முகிற் படலத்திலுள்ள துடிப்பு விண்மீன் மிக வேகமாகச் சுழலக்கூடியது. இதன் சுழற்சிக் காலம் 0.03நொடிகள். 1970 ஆம் ஆண்டில் பாக்கெர் என்பார் 1.6 மில்லி நொடி சுழற்சிக் காலத்துடன் கூடிய துடிப்பு விண்மீனைக் கண்டுபிடித்தார். இக்காலம் சுழலும் நியூட்ரான் விண்மீனின் நிலைப்புத் தன்மைக்கு வரையறுக்கப்பட்ட காலத்தை விட 4 மடங்கு மிகுதியாக உள்ளது. இந்த துடிப்பு விண்மீன் PSR 1937 ÷ 21 என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இன்று வரை ஒரு சில மில்லி நொடித் துடிப்பு விண்மீன்களைக் கண்டறிந்துள்ளனர். இக்கண்டு பிடிப்பின் மூலம் வெடிப்பு விண்மீன்களின் வெடிப்புகளே துடிப்பு விண்மீன்களின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாக இருக்க வேண்டும் என்று எண்ண இடமுள்ளது.

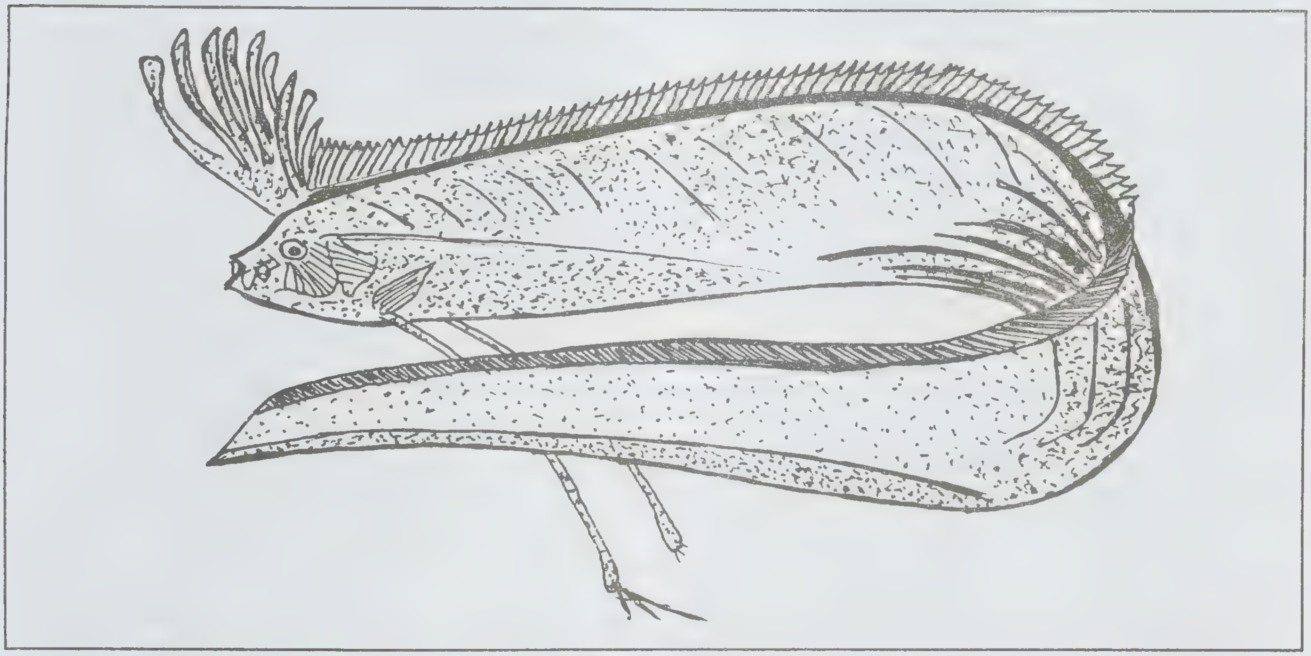
இரும துடிப்பு விண்மீன்கள் (binary pulsars). பேரண்டத்தில் குறைந்தது பாதியாவது இரும விண்மீன்களாக இருக்க வேண்டும். ஒரு துடிப்பு விண்மீனை ஒரு சாதாரண விண்மீன் சுற்றி வருமாறு ஓர் இரும விண்மீன் அமையலாம். இது போன்ற அமைப்பில் உள்ள துடிப்பு விண்மீனின் காந்த மண்டலம் வளி மண்டலத்தில் உள்ள வளிமங்களுடன் இடையீட்டுச் செயல் புரிவதால் ஏற்படும் விளைவுகளே ஆகும். இரும விண்மீன்கள் இரண்டுமே துடிப்பு விண்மீன்களாக இருக்கலாம். இதற்கு மிகவும் குறைந்த வாய்ப்பே உள்ளது. இரும விண்மீன்கள் விண்ணியல் ஆய்வுகளில் மிகவும் இன்றியமையாதவை. ஏனெனில் விண்மீன்களின் நிறைகள் அவற்றிற்கிடையே செயல்படும் ஈர்ப்பு விசையால் கணக்கிட்டு அறியப்படுகின்றன.

துடிப்பு விண்மீன்களை பற்றிய தெளிவான அறிவு, விண்மீன்களின் தோற்றம் மற்றும் வளர்ச்சிப்படிகளின் இயற்பியலை முழுமைப்டுத்தலாம் என்று கருதுவதால் விண்ணியலில் துடிப்பு விண்மீன்கள் அடிப்படைச் சிறப்பு கொண்டுள்ளன.

- மெ.மெய்யப்பன்

துடுப்பு மீன்

இது அலோடிரையோநாத்தி என்னும் வரிசையைச் சார்ந்த மீனாகும். துடுப்பு மீன் (Oar fish) இந்தியப்பெருங்கடல், பசிபிக் அட்லாண்டிக் பெருங்கடல்களில் காணப்படுகிறது. மீன்களின் உடலுருவத்தில் சூழ்நிலைக்கேற்ற வளர்ச்சி மாற்றம் ஏற்படும் என்பதற்குத் துடுப்பு மீனில் காணப்படும் நீட்சிகளும் துடுப்புகளின் அமைப்பும் தக்க சான்றுகளாகும். துடுப்பு மீன் பெரும்பாலும் ஆழ்கடலின் அடித்தளத்தில் வாழக்கூடியது. விரைவாக நீந்த இயலாதது. ஆழ்கடலில் வாழும் துடுப்பு மீன் தட்டையான உடலையும் பல நீட்சிகளை உடைய தலையையும் மிகவும் நீளமான முதுகுப்புற துடுப்பையும் கொண்டுள்ளது.



துடுப்பு மீன்

மேலும் முதுகுத்துடுப்பின் நுனிப்பகுதி கூர்மையான முள்ளில் முடிவடைகிறது. மெதுவாக நீந்தும்போது அலை போன்ற அசைவை இதன் உடலில் காணலாம். இத்தகைய அசைவு உடலில் மட்டுமன்றி நீளவடிவில் அமைந்துள்ள முதுகுத்துடுப்பிலும் ஏற்பட்டு நீந்துவதற்குப் பயன்படுகிறது. முதுகுத்துடுப்பில் காணப்படும் முட்கதிர்கள் தற்காப்பிற்குப் பயன்படுகின்றன.

இடுப்புத்துடுப்பு இணை நீளக்கதிர்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கதிர்களின் நுனி தட்டையாகக் காணப்படும். இருண்டு கிடக்கும் ஆழ்கடலிலுள்ள மீன்கள் இரை இருக்கும் இடத்தைத் தொடு உணர்வால் கண்டுக் கொள்ள இந்நீள் இழைகள் பெரிதும் உதவுகின்றன. துடுப்புகளின் தலைப்பகுதி பல நீட்சிகளைக்கொண்டு கடல் நாகமெனக் காட்சியளிக்கிறது. இதன் தோற்றம் அச்சுறுத் துவதாக உள்ளமையால் இம்மீன் எதிரிகளிட மிருந்து எளிதில் தப்பித்துக்கொள்கிறது.

- ஜி.எஸ். விஜயலக்ஷ்மி

துணைநூல். M. Ekambaranatha Ayyar and T.N.Ananda krishnan, A Manual of Zoology Vol. II (Chordata), S.Viswanathan Printers and publishers, Madras, 1985.

துணி

ஈடன் தோட்டத்தில் ஆதாமும் ஏவாளும் திடீரெனத் தங்கள் நிர்வாண நிலையை அறிந்து கூச்சமடைந்தனர் எனும்போது, விலங்குகளிலேயே மனித இனம் மட்டுமே கோடையில் வெயிலிலிருந்தும், குளிர்காலப் பனியிலிருந்தும் தம் உடலைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள ஏதோவொரு வகைத் துணியை நாடியமை தெரியவருகிறது. தம்மை வேறுபடுத்திக் காண்பிப்பதற்கும், மாற்றுப் பாலினத்தைக் கவருவதற்கும் பறவைகள் பளபளக்கும் இறகுகளைக் கொண்டுள்ளன. மனிதர்களோ தோற்றக் கவர்ச்சியின் பொருட்டு ஆடைகளில்

புதுமையையும் வனப்பையும் புகுத்தின். எனவே, துணிகள் உடலை மூடும் பணிக்காக மட்டுமன்றி, வாழ்க்கையின் வளத்திற்கு வண்ணமூட்டவும் பயனாயின. தேவையுடன் ஆடம்பரம் கலக்கும் இந்நிலை மற்றத் தொழில்நுட்பங்களின் வளர்ச்சிகளில் இராத புதிய பரிமாணத்தைத் துணியின் வரலாற்றில் ஏற்றியுள்ளது.

முதன்முதலாக மனிதன் அணிந்த உடை, விலங்குத் தோலினாலானது; அதிலும், முதலில் பண்படாத் தோலாகவும், பின்பு பதனிடப்பட்ட தோலாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டன. உரிக்கப்பட்ட விலங்குத் தோலின் புறப்பகுதியிலிருந்து மயிரையும், உட்பகுதியிலிருந்து சதை, கொழுப்பு ஆகியவற்றையும் நீக்கி நடுப்பகுதியை மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும். தோல் ஓர் ஒவ்வாத நெடியைப் பெறுதலைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுப் புகையேற்றம் செய்யும் வழக்கம் தோன்றியது. உலர்ந்த தோல் கடினமாதலைத் தடுப்பதற்காக எண்ணெய், கொழுப்புப் பொருள்களில் தோய்த்து எடுத்தல் வழக்கமாகியது. வீட்டுப் பொருளாதாரத்தில் தோலின் பங்கு மனிதன் தோன்றிய கால கட்டத்தில் மிக முதன்மை பெற்றிருந்தது. உடை, கையுறை, காலணி மட்டுமல்லாமல் வாளி, குப்பி, நீரேற்றிச் செல்லும் குழாய் மற்றும் புத்தகக் கட்டுமானம் (book bindings) ஆகியவற்றிலும் தோல் பயன்படுத்தப்பட்டது. இரு வேறு விலங்கினங்களின் தோல்கள் பெரிதும் மாறுபட்டிருக்கக் கூடுமாதலால் ஒரே சீரான பதனிடல் முறை வகுக்கப்படவில்லை. அண்மைக் காலத்தில்தான் தோல் பதனிடலில் அறிவியல் அடிப்படை அறியப்பட்டது.

நெசவு நூல் வகைகள். பலவகைப்பட்ட செயல்முறைகளில் உருவாக்கப்பட்ட எண்ணிறந்த நூல் வகைகளிலிருந்து துணிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நூலினத்தின் சராசரி நீளத்தைக் கொண்டு அவற்றை எவ்வாறு நூற்கலாம் என்பதைத் தீர்மானிக்கலாம். சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் இழைகளுள் பருத்தி இழையே மிகச் சிறிய வெட்டிழை நீளம் கொண்டுள்ளது (3.8 செ.மீ.); லினன் இழையின் சராசரி நீளம் 25 செ.மீ. ஆகும். தொகுப்பு இழைகள் (man-made fibre) நீளிழைகளாக உருவாக்கப்பட்டு, பின்பு வெட்டிழைகளாக நறுக்கப் படுகின்றன. நூற்பின்போது இழைகளுள் ஒன்றோடொன்று முறுக்கப்பட்டு, நூலாக மாற்றப் படுகின்றன. முறுக்கப்பட்ட இழைகளினாலான ஒற்றைப்புரி நூல்கள் மீண்டும் பிரிவதற்கோ, சுருள்வதற்கோ வாய்ப்புள்ளது. மிகுதியும் முறுக்கேறிய நூல்கள் வலிமை பெற்றவை. தைப்பதற்கும் பின்னுவதற்கும் வசதியாக ஒரு நூல் குறைந்தது மேலும் ஒரு நூலுடனாவது முறுக்கப்பட்டு, பிரியாத நூலாக மாற்றப்படுகிறது. பருத்தித் தொழிலில் எவ்வளவு நீளமுள்ள நூல் ஒரு குறிப்பிட்ட எடையை எட்டும் என்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டு நூல் தடிமன் கணக்கிடப்படுகிறது. இழைச் சிணுக்கு எண் (thread count) எனப்படும் இத்துணையலகின் மதிப்பு கூடுதலாக ஆக, நூலின் சன்னமும் கூடுதலாகும்.

அடிப்படை இழைகளிலிருந்து இன்று புழக்கத்திலுள்ள பரந்த வரம்புடைய துணிவகைகள் தயாராகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கோட் (coat) பொதுவாக, ஆட்டு கம்பளத்திலிருந்து தயாரிக்கப் பட்டிருக்கும். அதன் பை மற்றும் உட்துணி (lining) தொகுப்பு இழைகளினால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கும். மழைக்கோட்டுக்கான துணிச்சு நீர் விலக்கும் பண்பேற்றப்பட்ட பருத்தித் துணி பயன்படுகிறது. துணிப் பரப்பை நீர் ஒட்டவொண்ணாது செய்வதற்கு முதன்முறையாகச் செயல்முறை வகுத்தவர் மாக்கின்டாஷ் என்பாராதலால், இத்துணிகளை அப்பெயரிலும் வழங்கலாம். காலாடையும், மேலாடையும் ஒரே அமைப்பில் அடங்கிய சூட் (suit) தைப்பதற்கு மணிக் கம்பளி (Worsted wool) (வொர்ஸ்டட் என்பது இங்கிலாந்தில் நார்விச் நகரின் புறப்பகுதியாகும்) பயன்படும். டெனிம் (denim) எனும் கால்சாராய்கள் நெருக்கமாக நெய்யப்பட்ட பருத்தித் துணியிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. பருத்தி இழைகள் பலவகைச் சீராக்கல் முறைகளுக்குட்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுள் முதன்மையானது காரவினையூக்கமாகும். நீள் வலையமைத்தல் (elastic webbing) மற்றும் சரிகை அல்லது மெல்லிய நாடா (lace) தயாரித்தல் கடினமாகும். காலணிக்கட்டு நாடாக்கள் நளினப் பின்னலினால் (braiding) எந்திரத்தில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. குறுந்துணித் தறியில் குறுகிய மெலிந்த பட்டைத் துணிகளும், தயாரிப்பாளர் பெயரும், சலவை முறை விளக்கமும் அச்சிடப்பட்ட சிறு துணிகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பட்டு. இயற்கையில் கிடைக்கும் துணி இழைகளுள் வெட்டிழை நீளம் உயர்வாக அமையப்பெற்ற இழை, பட்டாகும். கட்டுறுதியான, தாக்கத்திலிருந்து மீளவல்ல பட்டின் இழை குறிப்பிட்ட நீளத்திலிருந்து 25% வரை நீட்டவல்லது. ஒளியை எதிரொளிக்கும் பண்பு கொண்டுள்ளமையால் பட்டு பளபளப்பும், பகட்டும் மிக்கதாகக் காட்சியளிக்கிறது. பிற சில வகைத் துணிகளைப் போலல்லாமல், பட்டு உள்ளாடையின்றி அணியவல்ல துணியாகும்.

கி.மு.3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகவே பட்டுப்பூச்சி வளர்ப்பு சீனாவில் தொடங்கப்பட்டது. பட்டுத்துணி சீனாவிலிருந்து ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டதுடன் ரோமானிய பேரரசர்களால் விலையுயர்ந்த பொருளாகவும் கருதப்பட்டது.

எனினும், பட்டுத்தயாரிப்பு முறை கி.பி 6 ஆம் நூற்றாண்டில்தான் ஐரோப்பாவை அடைந்தது. பட்டுப்புழு, பாதுகாப்புக்காகத் தன்னைச் சுற்றி ஒரு கூட்டை ஊருவாக்குகையில் இராப் பூச்சியாக மாறி இரு புரதப் பொருள்களைத் தன் உடலில் உருவாக்குகிறது. இவற்றுள் ஒன்று பட்டிழையின் உள்ளகமாகும்; இதன் பெயர் ஃபைப்ராயின்; மற்றொரு புரதமான செரிசின் அல்லது பட்டுக்கோந்து ஃபைப்ராயினின் மேல் படிகிறது. இரு சுரப்பிகளிலிருந்து உருவாகும் இப்புரதத்தைப் பட்டுப்புழு நூலாக இழுத்து ஒரு தாங்கியில் பிணைத்து, பின்பு தலையைப் பின்னுக்கு இழுத்தவாறு நீளிழைக் கட்டை உருவாக்குகிறது. இதன் நீளம் ஏறத்தாழ 1 கி.மீ. அளவாகும். பூச்சி, கூட்டிலிருந்து வெளிவருவதற்கு வசதியாக மற்றொரு பொருளைக் கசியச் செய்கிறது. இது ஒரு பட்டிழையின் பகுதியை உருக்கி, ஒரு துளையை உருவாக்குகிறது. இதன் வழியாகப் பூச்சி ஊர்ந்து வெளிவருகிறது. பூச்சி வெளிவரும்போது நீளிழை தாறுமாறாக அறுந்துவிடக் கூடுமாதலால், பயனற்ற இழையாகிவிடுகிறது.

1860ஆம் ஆண்டுவாக்கில் விஸ்டர் என்பார் இவ்வீணான இழைகளைப் பட்டுத் துணியாக நெய்வதற்கு வழிவகைகளைக் கண்டறிந்தார். எனினும், பொதுவாகப் பூச்சிக் கூட்டிலிருந்து வெளிவரும்வரை காத்திராமல், கூட்டைச் சூடான நீரில் அமிழ்த்திப் பூச்சியைக் கொன்று, செரிசினை உருக்கி இழையை இழுப்பது வழக்கம். தனிப்பட்டிழைகள் வலிமை குன்றியனவாதலால், பல புழுக்கூடுகளை ஒரே சமயத்தில் சுடு நீரில் அமிழ்த்தி, இழையைப் பிரித்து இழுக்க வேண்டும். எஞ்சியுள்ள செரிசின் இந்நீளிழைகளை ஒருங்கிணைக்க உதவுகிறது. மேலும் பல இழைகளுடன் முறுக்கேற்றி வீச்சுப் பட்டு (thrown silk) எனும் கனமான பட்டு உருவாக்கப்படுகிறது. இறுதியாகப் பட்டு நூலைச் சுடுநீரில் அமிழ்த்திச் செரிசினை உருக்கினால் பளபளக்கும் பட்டு நூல் புலப்படும். வீச்சுப் பட்டுத் தயாரிக்கும் முறை எந்திரமயமாக்கப்பட்ட பின்பு பட்டுத் தயாரிப்பில் பெரியதொரு முன்னேற்றம் காணப்பட்டது. பட்டு நூல் சுற்றும் எந்திரத்தை இடையறாது கண்காணிக்கத் தேவையில்லை என்பது மற்றைய நெசவு நூல்களுக்கிராத சிறப்பியல்பாகும்.

லினன். ஆளிவிதைச் செடியின் தண்டுப் பகுதியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் இழையான லினன் உலகிலேயே முதன்முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட நெசவு இழையாகும். புதிய கற்காலத்தில் ஏரிப் பகுதிகளின் வாழ்ந்து வந்த மனிதன் மீன்பிடிக்கும் வலைகளை லினன் துணியில் நெய்தமைக்கான வரலாற்றுச் சான்றுகள் உள்ளன. கி.மு.6000-4000இல் மத்திய கிழக்குப் பகுதிகளிலும், எகிப்திலும் லினன் பயன்படுத்தப்பட்டமை தெரிய வந்துள்ளது. பண்டைக் கால எகிப்தில் அரசர்களின் கல்லறைகளில் உடல்கள் லினன் துணியால் போர்த்தப்பட்டன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அத்துணிப் போர்வைகள் இன்றும் கேடுறாமல் உள்ளன என்பது லினனின் திடத்திற்கும் உழைப்பிற்கும் சிறந்த சான்றாகும். சொர்க்கத்தில் தூய வெண்ணிற ஆடைகள் லினன் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டன என விவிலியத்தில் கூறப்பட்டுள்ளது. 1மீ. உயரத்திற்கு வளர்ந்து, மேல் பகுதியில் மட்டும் கிளைவிடக் கூடிய ஆளிவிதைச் செடியை விதை முற்றுவதற்கு முன்பாக வேருடன் பிடுங்க வேண்டும். உலர்ந்த பின்பு விதைகளை அகற்றி, அழுத்திப் பிழிந்து ஆளி விதை எண்ணெயைத் தயாரிக்கலாம். இச்செடியின் தண்டுப்பகுதியில் உள்ளீடாக மரப்பகுதியும் வெளிச் சுற்றாக மரப்பட்டையும் இருக்கும். இவ்விரு பகுதிகளுக்கிடையே லினன் இழைகள் இடம் பெறுகின்றன.

நூற்புக்குத் தயார் செய்யும் வழிமுறை மற்றெந்த இழையை விடவும் லினனில் மிக மிகக் கடினமானதாகும். இதில் 7 கட்டங்கள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. விதை நீக்கத்திற்குப் பின், நார் உரிக்கும் நோக்கத்துடன் தண்டுப் பகுதி நீரில் ஊறவைக்கப்படுகிறது. தண்டின் உட்பகுதியும், மேல்பட்டையும் அழுகிய பின்பு வெயிலில் உலர்த்தப் படுகின்றன. பின்பு மரச் சம்மட்டியால் அடித்து நார் பிரிக்கப் படுகிறது. கோது நீக்கம் அடுத்த கட்டமாக நிகழ்த்தப்படுகிறது. இறுதிக்கட்டமாக, ஒரு பலகையில் பொருத்தப்பட்ட முள் கம்பிகளினூடே இழைகள் புகுத்தப்பட்டு இழுக்கப்படுகின்றன. இங்கு எஞ்சியுள்ள பட்டைப் பகுதி அகற்றப்படுகிறது. 25 செ.மீ. வரை எந்த வெட்டிழை நீளத்திற்கும் அமைக்கப்படவல்ல லினன் இழைகள் மிக நுண்மையானவையாதலால் லேசான துணியாக நெய்யவியலும்.

கம்பளி. ஏறத்தாழ கி.மு.4000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகவே ஆடு வளர்ப்பு நடைமுறையில் இருந்து வந்துள்ளது. உணவுக்காக ஆட்டைக் கொன்ற மனிதன் அதன் தோலைப் போர்த்திக் கொண்டான். கூளமான (fluffy) கம்பள முடி ஒன்றோடொன்று பின்னிச் சிக்கலாகியதைக் கண்டு மனிதன் கம்பளத்தைப் பின்னுதல் வாயிலாகத் துணியாக மாற்றும் செயல்முறையைக் கண்டுபிடித்தான். கி.பி. முதலாம் நூற்றாண்டில் ஆட்டிடையர்கள் மெரினோ வகை ஆடுகளை அவற்றின் கம்பளத்திற்காக வளர்க்கத் தொடங்கினர். தொடக்கத்தில் கம்பளி ஒரு கரடுமுரடான இழையாகவே இருந்தது. நாளடைவில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஆட்டு வகைகளை வளர்க்கும் முறை உருவாகி, மென்மையான கம்பளி தயாரிக்கப்படலாயிற்று. பயிரின இழைகளைப் போலல்லாமல் கம்பளித் தயாரிப்பு, செலவு

மிக்க தொழிலாகும். கம்பள ரோமம் (fleece) இரு வகை நுண்குமிழ்களிலிருந்து வளர்கிறது; முதனிலை நுண்குமிழ்கள் வெளிப்புறத்திலுள்ள சொரசொரப்பான முடியைத் தோற்றுவிக்கின்றன. துணைநிலை நுண்குமிழ்கள் தோலையடுத்த பகுதியின்மீது அமைந்த நுண்மையான, சிறிய, எண்ணிக்கை மிகுந்த இழைகளைத் தாங்குகின்றன. கம்பளி இழைகளின் இயல்பான அலைவும், செதிள் புறத்தோற்றமும் நூற்பின்போது இழைகள் ஒன்றோடொன்று பின்னிப் பிணைவதற்கு வாய்ப்பளிக்கின்றன. இக்காரணி யினால் நெய்யப்பட்ட துணி நிலைத்தன்மை மிக்கதாக இருப்பதுடன், இழைகளை இறுக்கமாக முறுக்கும் தேவை இராமையால், காற்றுப் புரைகள் (air locks) தோன்றி நல்ல வெப்பக் காப்பீடு உறுதி செய்யப்படுகிறது. மடிப்பு எதிர்ப்பும், நீர் விலக்கலும் கம்பளியின் சிறப்பியல்புகளாகும். கம்பளி இழையின் நீளம் ஆட்டின் தன்மையைப் பொறுத்தது. 15-40 செ.மீ. நீளத்திற்கு வரம்பு பரந்திருக்கும்.

கம்பளி இழைகளை ஒன்றோடொன்று பின்னிப் பிணையச் செய்து, நெய்யாத கம்பளித் துணிகளை உருவாக்கலாம். தரை விரிப்பு, தொப்பி ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பின்னல் வகைக் கம்பளிகளே பயன்படுகின்றன. இச்செயல்முறை மிகவும் மலிவானதாகும்.

பருத்தி. பருத்தி மட்டுமே ஒரு காயினுள்ளிருக்கும் விதையின் புறப்பரப்பில் வளரும் இழையாகும். இது ஏறத்தாழ 5000 ஆண்டுகளாகப் பயிர் செய்யப்பட்டு வந்துள்ளமைக்குச் சிந்து சமவெளி, மெக்சிகோ, பெரு ஆகிய இடங்களில் தடயங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அனைத்துலகிலும் பருத்தியைப் பற்றிய அறிவும், பயனும் ஆழமாகப் பரவியுள்ளமையால் நெசவு என்றாலே பருத்தி என்னும் நிலை வேரூன்றிவிட்டது.

பருத்திக் காய் வெடித்துப் பஞ்சு வெளிவந்தவுடன் விதை நீக்கம் (ginning) செயயப்படுகிறது. பருத்தி வெட்டிழையின் நீளம் பயிரிடப்படும் நிலப்பகுதியைப் பொறுத்ததாகும். சராசரி நீளம் 2.5-3.5 செமீ. வரம்பானாலும், மேற்கிந்தியப் பருத்தி இழை 4.5 செ.மீ. வரை இருக்கும். நிறமும், புறப்பரப்புத் தோற்றமும்கூடப் பயிரிடப்படும் பகுதியையே பொறுத்துள்ளன. எகிப்தியப் பருத்தி மஞ்சளாகவும், மேற்கிந்தியப் பருத்தி வெண்பட்டுப் போன்றும் உள்ளன. விதை நீக்கம் செய்யப்பட்டவுடனேயே நூற்புக்கு ஆயத்தமாக உள்ளமையால் இயற்கை இழைகள் யாவற்றிலும் பருத்தியே தயாரிப்புக் கட்டங்கள் குறைவாக அமையப்பெற்ற இழையாகும், நீர் உறிஞ்சும் இயல்பைக் கூடுதலாகக் கொண்டுள்ளமையால், வெப்பநிலை உயர்வான பகுதிகளில் பருத்தித் துணி பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. துணி வெளுப்பதற்கு எளிதாக இருப்பதுடன், நெடியுடன் எரிவதில்லை. இதன் காரணமாக, ஆடை நெய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுவதற்கு முன்பாகவே குளிர்ச்சியான வட பகுதிகளில் பகுதிகளில் மெழுகுவத்தி மற்றும் விளக்குகளுக்குத் திரியாகப் பருத்தி பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது.

பண்டைக் கால நெசவு முறைகள்

வரலாற்றில் துணித் தயாரிப்பின் தொடக்கம் தொன்மையில் அமிழ்ந்து போயிற்று. பதிவான வரலாற்றுக்கும் முந்தைய மனிதன் தன் கல் கோடரியை அதன் தண்டில் இறுத்தி வைப்பதற்காகத் தோல் பட்டைகளுள் சிலவற்றை முறுக்கி ஒரு கயிறை உருவாக்கியிருக்கக்கூடும். தீக்கு அருகே குளிர் காய்ந்து கொண்டிருந்த ஒரு பெண் உணவுக்காகக் கொல்லப்பட்ட ஒரு விலங்கின் தோலிலிருந்து ஒரு வகைத் தடி நூலை உருவாக்கியிருக்கக் கூடும். இந்நூல்களைக் கொண்டு உடை போன்ற அமைப்பைத் தைத்துள்ளனர். இந்நூலை ஒரு கழியின்மீது சுற்றிச் சேமித்து வைக்கலாம். இக்கழியையே பயன்படுத்தி நூலில் மேலும் முறுக்கேற்றலாம். கழியின் நுனியில் ஒரு பளுவை ஏற்றி விசை சக்கரம் ஆக்கலாம். இவ்வாறே முதல் நூற்புக் கதிர் உருவாகியிருக்கக்கூடும்.

1800ஆம் ஆண்டு வரை பெரும்பாலான வீடுகளின் பொருளாதாரத்திற்கு துணித் தயாரிப்பு முதன்மை பெற்று விளங்கியது. இதற்குப் பல ஆண்டுகளுக்குப் பின் விக்டோரியா ராணியார் நூற்புச் சக்கரத்தை இயக்குவது போன்ற புகைப்படம் எடுக்கப்பட்டது. ஒரு பெண் தன் புகுந்த வீட்டில் துணிகளை நூற்பதற்கும் நெய்வதற்கும் பயிற்சியாகத் திருமணத்துக்கு முன்பாகவே நூற்புப் பழக்கத்தைக் கற்றறிவாள். இதன் காரணமாகவே திருமணமாகாத பெண்ணை ஆங்கிலத்தில் '*spinster*' என்பர். கரடுமுரடான நூலை நூற்பதற்கும், சொரசொரப்பான துணியை நெய்வதற்கும் செயல்திறம் தேவையில்லை; சன்னமான துணித் தயாரிப்புக்குச் செய் நேர்த்தி தேவை. பண்படாப் பொருள்கள் முதன்மையானவை; சன்னமாக இழைகளில் லாமல் சன்னரகத் துணித் தயாரித்தல் இயலாது.

உழவுத் தொழிலை மையமாகக் கொண்டதொரு சமுதாயத்தில் நூற்புக் கருவிகள் எளிமையானவை. முழுமையாக உருவாக்கப்பட்ட துணியில் இக்கருவிகளின் தன்மை எதிரொளிப்பதில்லை. நூற்பவரின் கைத்திறத்தைப் பொறுத்தே தயாரிப்பின் தரம் அமைகிறது. பண்படாப்

பொருள்களிலிருந்து நேரடியாக நூற்பை நிகழ்த்தலாம்; எனினும் பருத்தி, கம்பளி, ஆளிவிதை நார் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவரை சில முதனிலைச் செயல்முறைகளுக்குப் பின்பே நூற்பைத் தொடங்க இயலும். காட்டாக, சிடுக்கு எடுத்து, இழைகளை ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைத்தல் (carding and combing) இவற்றுள் ஒன்றாகும். இக்கட்டத்தில் லினன் இழையிலிருந்து (எஞ்சிய) மரப்பட்டைகளையும், பருத்தியிலிருந்து விதை மற்றும் தூசுப் பொருள்களையும், கம்பளியிலிருந்து துணுக்குக் கற்களையும் (grit or burs) அகற்ற வேண்டும். கம்பளியைச் சீப்பால் வாரி நெறிப்படுத்தும் பழக்கம் தொன்றுதொட்டு இருந்து வந்தமைக்கான சான்றுகள் உள்ளன. இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட இழைகள் ஒரு குறுந்தடியின் (distaff) முனையில் சுற்றப்படுகின்றன. நூல் கழன்று, அகன்றுவிடாமல் இருப்பதற்கு இத்தடியின் முனை குடையைப் போல் வளைக்கப்பட்டிருக்கும். மிகப் பழங்காலத்தில் நூற்பவர் இத்தடியைத் தன் இடக் கையில் பிடித்திருப்பார். பின்பு, நூற்போரின் இடுப்புப் பட்டையில் செருகவல்ல நீண்ட தடிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. அப்போது இரு கைகளுமே இழைகளைக் கையாள்வதற்கு வசதியாயிற்று. இழைகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக இழுத்துப் பிரிக்கலாம் (drafting) அல்லது, ஒன்றோடொன்று ஒட்டுமாறு முறுக்கலாம். போதுமான முறுக்கேற்றம் அளிக்கப்பட்டால், இழைகள் ஒன்றோடொன்று பிணைந்து, ஒன்றைவிட்டு ஒன்று அகலமுடியாத நிலை தோன்றி வலிமைமிக்க நூல் உருவாகும். தயாரிக்கப்படும் நூலின் எடை அல்லது தடிமனுக்குத் தகுந்தாற்போல் இழைகள் இழுக்கப்பட்டு, பின்பு முறுக்கேற்றப்படுகின்றன.

பழமையான நூற்பு முறைகள் யாவும் இரண்டு கொள்கைகளின் அடிப்படையில் அமைந்தவை. நூற்புக் கதிர் சுழற்றப்படும்போது அதன் மீது சுற்றப்பட்டுள்ள நூலும் எவ்வளவு நீளமாக இருப்பினும் சுழற்றப்பட்டு முறுக்கேற்ற மடையும். நூற்புக் கதிருக்குச் செங்குத்தாக நூல் அமைக்கப்பட்டால், கண்டுச் சுற்று உருவாகும். நூற்புக்கதிர் என்பது இரு முனைகளிலும் கூம்பு முனையாகக் குவியும் மரத்தினாலான தடியாகும். வட்ட எடையின் (whorl) நடுவே துளையிடப்பட்டுள்ளது. இத்துளை நூற்புக் கதிரின் நீண்ட சிறுத்த நுனியில் நன்கு பொருந்தக்கூடியது; இது விசைச் சக்கரத்தின் செயல்திறன் கொண்டது. நூற்கப்பட வேண்டிய நூலின் தன்மைக்குத் தக்கவாறு இவ்விரண்டு அமைப்புகளின் பரிமாணங்களும் தீர்மானிக்கப்படும்.

எந்நூலை நூற்பதாயினும், தேவைப்படும் தடிமன் அல்லது சிணுக்கு எண்ணுக்குத் தக்க அளவுக்கு இழை இழுக்கப்பட்டு, ஒத்திசைவு பெறுவதற்காக முறுக்கப்படுகிறது. நூற்புக் கதிரின் மேல் முனையில் சிறு நீளத்திற்கு நூல் பிணைக்கப்பட்டுச் சுழற்றப்படுகிறது. நூற்பு நிகழ்கையில் நூற்புக் கதிர் நூற்போரின் வலக் கையிலிருந்து தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். சுழலும் அமைப்பின் எடை நூற்புக் கதிர் கணிசமான நேரம் சுழலுவதற்கு உதவுகிறது; இதற்கிடையில் இரு கைகளாலும் இழைகளை இழுக்கலாம். வலக் கை விரல்களின் இயக்கத்தினால் நூற்புக் கதிரிலிருந்து இழை இழுவைப் பகுதிக்குச் சற்றே முறுக்கேற்றம் பரவுகிறது. இதன் விளைவாக இழைகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டுகின்றன. ஏறத்தாழ 1 மீ. நீளத்திற்கு நூல் நூற்கப்பட்டவுடன், இந்நூல் கதிரின்மீது சுற்றப்பட்டு, நூற்பு மீண்டும் தொடங்கப்படுகிறது. நூற்புக் கதிரிலிருந்து நூலை அறுபடாமல் அகற்றுதல் ஒரு கடினமான செயல்முறையாகும். கி.பி.1300ஆம் ஆண்டுக்கு முன்பிருந்த எவரும் இச்செயல்முறை மூலமே நூல் நூற்றிருத்தல் வேண்டும். இந்நூற்பு அமைப்பின் ஒரே சிறப்பு இதனை எவ்விடத்திற்கும் எடுத்துச் செல்லலாம் என்பதேயாகும். கையடக்கமாக உள்ளமையால் வேறு பணியில் ஈடுபட்டிருக்கும்போதும் இச்செயலை நடத்தலாம். நூலின்மீது ஏற்படும் பளுவை விலக்கும் நோக்கத்துடன் நூற்புக் கதிரின் அடிநுனியை ஒரு கற்பாறை அல்லது தரை மீது அமர்த்தி நூற்றால், மிக மிக சன்னமான நூல்களைப் பெறலாம்.

பழங்காலத்திய பண்பாடா நெசவு. பாவு, நூல், ஊடு நூல் ஆகிய இரு நூல்களை ஒன்றோடொன்று பிணைத்தல் நெசவாகும். ஒரே நீளம் கொண்ட இணை நூல்களாலான பாவு நூல்கள் ஒன்றுக்கொன்று குறிப்பிட்ட விலக்கத்தில் பண்ணையாக (reed) அமைவதற்கு முதலில் ஏற்பாடு செய்யவேண்டும். அதே நேரத்தில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நூல்களைத் தனித்து இழுப்பதற்கு வசதியும் வேண்டும். பாவு நூல்களுக்கிடையே, அவற்றின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக ஊடு நூல்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. எவ்வாறு இவ்விடையீடு நிகழ்கிறது என்பது தயாரிக்கப்படும் நெசவுப் பணியைப் பொறுத்ததாகும். ஒரு முறை நாடா செலுத்திய பின் அடுத்த முறை நாடா செலுத்தும்போது அடித்து நெருக்கமான நெசவை உருவாக்க வேண்டும். விளிம்புகளில் பாவு நூல் தேர்வு சிறப்பான ஒழுங்கில் அமைக்கப்பட்டு, நூல் பிரிந்துவிடாத வலிமையான கரை (selvedge) உருவாக்கப்படுகிறது. தொல் பொருள் அகழாய்வில் கிடைத்த துணிகளிலிருந்து பண்டைக் காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த தறி பற்றிய அறிவு புலப்படுகிறது. இவற்றுள் மிகவும் எளிமையானது குறுந்துணிகளான நாடாக்களும், இடுப்புப் பட்டைகளும் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட தறியாகும்.

ஓர் எளிய முறையில், நடுவில் துளையிடப்பட்ட மெல்லிய மரப்பட்டைகள் செங்குத்தாக ஒரு சட்டத்தில் பொருத்தப்படுகின்றன. அடுத்தடுத்த மரப்பட்டைகளுக்கிடையே சிறு

இடைவெளி (slot) விடப்படுகிறது. பாவு நூல்கள் மரப்பட்டையின் துளை வழியாகவும், மரப்பட்டைகளுக்கு இடையிலுமாக மாறி மாறிச் செலுத்தப்படுகின்றன. பாவு நூலின் ஒரு நுனி நெசவாளியின் இடுப்பில் கட்டப்பட்டிருக்கும் மற்றொரு நுனி இழுவலிமையைப் பொறுத்தக்கூடிய பரப்புக்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பாவு நூல் சட்டத்தை அமுக்கி அடுத்தடுத்த பாவு நூல்களுக்கிடையே ஊடு நூல் புகுமாறு பணிக்கலாம். இப்போது சட்டத்தை மேல்நோக்கி அசைத்து, மற்றொரு திறப்புக்கு அடிகோலலாம். சட்டத்தினால் ஊடு நூலை அடிக்கவும் செய்யலாம். இத்தறியைத் தற்போது அமெரிக்க அருங்காட்சியகங்களில் காணலாம்.

மற்றொரு தொன்மையான நெசவு முறையில் எலும்பு வில்லைகள் (tablets) பயனாயின. முக்கோண அல்லது சதுர வடிவிலான வில்லையின் மூலைகளில் துளைகளிடப்பட்டு, துளைகளின் வழியே நூல் செலுத்தப்படுகிறது. வில்லையை முறுக்கி, வேறொரு நூலை மேல் நிலைக்குக் கொண்டுவரலாம்; தோன்றும் இடைவெளியில் ஊடு நூல் புகுத்தப்படுகிறது. நெய்யப்படும் துணியின் அகலம் வில்லைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்ததாகும். எந்த வில்லையைக் தேர்ந்தெடுத்துச் சுழற்றுவது எனத் தீர்மானிப்பதைப் பொறுத்து, நெசவுப் பாணியின் கோலம் அமையும். இந்நெசவு முறை இடுப்புப்பட்டைகள் மற்றும் வலைத் தயாரிப்புக்கு ஏற்றதெனக் கருதப்பட்டது. மேற்கூறிய இரண்டு உத்திகளும், அவற்றுக்குப் பின்பு உருவாக்கப்பட்ட தறிகளுக்குத் தொடக்க எல்லைகளைத் தோற்றுவிக்கப் பயன்பட்டன. ஐரோப்பாவில் பல தொல்பொருளியல் ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகச் செங்குத்துத் தறிகள் பயன்படுத்தப்பட்டமைக்குச் சான்றுகள் கிடைத்தன. பாவு நூல் ஏற்றப்பட்ட செங்குத்துத் தறியில் ஏறத்தாழ 2 மீ. உயரம் கொண்ட இரு மரச் சட்டங்கள் அவற்றின்மீது வசதியான கோணத்தில் சாய்த்து வைக்கப்படுகின்றன. இச்சட்டங்கள் அவற்றின் மேல் பகுதியில் துணிப் பட்டையால் பிணைக்கப் பட்டுள்ளன. இப்பட்டைகளைச் சுழற்றுவதற்கு வசதியாக சட்டங்களில் துளையிடப்பட்டுள்ளன. இப்பட்டையின் நீளம் ஏறத்தாழ 3மீ. (அதாவது துணி அகலம்). ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் மார்பளவு உயரத்தில் ஒரு பிறையிடைத் துருத்திக் கொண்டிருக்கும். இதன் முள்முனை (forked end) ஊடிழை நுழை தடியின் (heddle) ஒரு முனையைத் தாங்குவதற்கு உதவும். கீழ் மட்டத்தில் ஓர் இடைவெளித் தடியினால் இரு சட்டங்களும் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.

முதலில் ஒரு தொடக்க எல்லை நெசவு செய்யப்படுகிறது; இவ்வெல்லையின் பாவு, தயாரிக்கப்படும் துணியின் அகலத்தைக் குறிக்கும். எல்லை, அமைப்பின் ஊடு நூல்கள் தயாரிக்கப்படும் துணியின் பாவு ஆகும்; எல்லையின் ஒரு புறம் ஊடு நூல் நீண்ட வளையங்களாக இழுக்கப்படும். பொதுவாக, இது ஒரு சட்டத்தின்மீது இயக்கப்படுவதால், அனைத்து வளையங்களும் சம நீளம் கொண்டிருக்கும். தனியே தயாரிக்கப்பட்டிருக்கும் கறை, தறியின் உச்சியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள துணிப்பட்டையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஒற்றைப் படை பாவு நூல்கள் யாவும் ஒரு தொகுதியாகத் தறி எடைகளுடன் கட்டப்பட்டு, புணித் தடியின் (shed rod) மீது தொங்கவிடப்படுகின்றன. இரட்டைப்படைப் பாவு நூல்கள் யாவும் ஒரு தொகுதியாகப் புணித் தடியின் மேல் தொங்கவிடப்படுகின்றன. இவ்விருவகை நூல்களுக்கு இடைப்பட்ட கோணத்தினால் ஓர் இடைவெளி தோன்றுகிறது. இதன் வழியாக ஊடு நூல் செலுத்தப்படுகிறது; இது விரல்களினாலோ, தடியினாலோ அடிக்கப்படுகிறது. பின்புற நூல்கள் வளையங்களினால் கட்டப்பட்டு இவ்வளையங்கள் முன்பக்க நூல்களின் இரு புறங்களின் வழியாகத் தடியை அடைகின்றன. பிறிதோர் இடைவெளி தேவைப்படும் போது தடி முன்பக்கம் இழுக்கப்பட்டுப் பிறையிடையின் முன் முனையில் இருத்தப்படுகிறது. தற்போது இரட்டைப்படைப் பின்புறப் பாவு நுல்கள் ஒற்றைப்படை நூல்களுக்கு முன்பாகக் கொண்டு வரப்பட்டு, இதனால் விளையும் இரண்டாம் வகை இடைவெளியில் ஊடு நூல் செலுத்தப்படுகிறது. இச்செயல்முறையினால் 2 x 2 இருபடைப் (twill) பாணி கொண்ட எளிய நெசவு செய்யலாம். சிக்கலான அமைப்புகள் உருவாவதற்கு இதில் வகையில்லை.

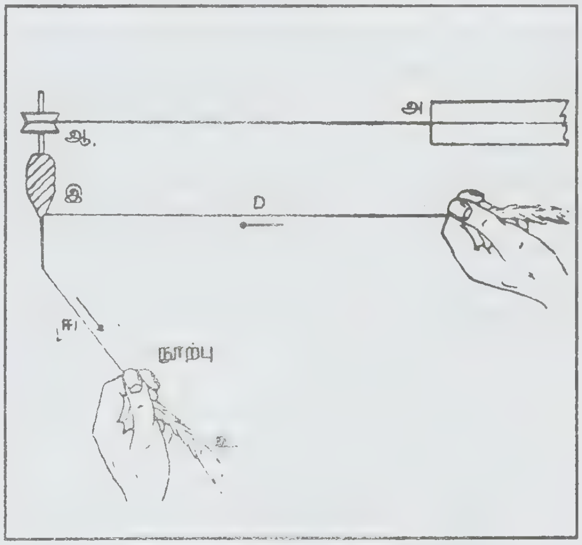
மிகப் பழமை வாய்ந்த மற்றொரு செங்குத்துத் தறியில் மரச் கட்டங்களுக்கிடையே மேலும் கீழும் இரு கிடக்கைத் துணிப்பட்டைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பாவு நூலின விறைப்பைச் சரிசெய்வதற்கு மேல்நிலைத் துணிப் பட்டை பயன்படுகிறது. தறிக்குப் பின்னால் நிறுவப்பட்டுள்ள ஒரு தடியின்மீது நூல் சுற்றப்பட்டு, மேல்நிலை துணிப்பட்டையின் வழியாகத் தறியின் முன்னே கொண்டு வரப்படுகிறது. பின்பு கீழ்நிலைப் பட்டையைச் சுற்றி மீண்டும் தறிக்குப் பின்பு அமைக்கப்பட்டுள்ள தடிக்கு இட்டுச் செல்லப்படுகிறது. அங்கிருந்து நூலின் திசை தலைகீழாக மாற்றப்படுகிறது. இதனால் முன்புறம் இடைவெளி கொண்ட ஓர் இரட்டை நூல் அமைப்பு உருவாக்கப்படுகிறது. இவ்விடைவெளி வழியாக ஊடு நூல் செலுத்தப்படுகிறது. தரை விரிப்பு, அறைகலன் உறை ஆகியன சில கீழை நாடுகளில் இன்றும் இத்தகைய தறிகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகின்றன.

கிடைமட்டத் தறியின் தொடக்கம் இன்னமும் சரிவர அறியப்படவில்லை. ரோம் நாட்டு நூல்களில் இதனைப் பற்றிய குறிப்பேதும் இல்லை. மையக்காலத்திற்கு (middle age) முன்பாக இத்தறியின் படங்கள் எவையும் கிட்டவில்லை. இத்தறி வகை முதன்முதலாகச் சீனாவில் பயன்படுத்தப்பட்டு, மைய ஆசியப் பகுதிகளுக்கு கி.பி. 3, 4 நூற்றாண்டுகளில்

பரவியிருக்கக்கூடும். உருவ அமைப்புகள் நெய்யப்பட்ட துணிகளைத் தயாரிப்பதற்கு வசதியாக இத்தறியில் நிறைந்த அளவுக்கு இடைவெளிகள் உள்ளன. சிக்கலான பாணிகளைக் கொண்ட துணிகளைத் தக்க பாவு நூல்களை உயர்த்தியோ, தாழ்த்தியோ உருவாக்க இத்தறி உதவும். ஊடு நூல் புகுத்துவதற்கு வசதியாக இடைவெளியைத் திறந்து வைக்கும் வகையில் ஒரு தடிக் கத்தி செருகப்படுகிறது. பெடோயின் (Bedouin) அரபுக் குடிமக்கள் இன்றும் தரை விரிப்புகளை இம்முறையில் நெசவு செய்கின்றனர். நாடாச் செலுத்துதல் (piching) செயல் மிகவும் மெல்ல நிகழ்த்தப்படுவதால் இம்முறை உழைப்புத் தேவைப்படும் உத்தி மட்டுமன்றி, ஒரே பாணியை மீண்டும் மீண்டும் உருவாக்க இயலாததாகவும் உள்ளது.

மையக் காலம். இக்காலக் கட்டத்தில் அறுவடை செய்யப்பட்ட பண்படா இழைகளின் சிடுக்கை அகற்றி அவற்றை நெறிப்படுத்தும் செயல்முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. குருக்கத்தி முள்கள் பொருத்தப்பட்ட இரு மரச் சட்டங்களைக் கொண்டு இழைகளில் சிடுக்கு எடுக்கலாம். போதுமான அளவுக்குச் சிக்கலை நீக்கிய பின்பு, இழைகள் ஒரே சட்டத்தின் மீது சேகரிக்கப்படுகின்றன. சற்றே முறுக்கப்பட்ட, தளர்ந்த திரிநூல் (roving) இழுக்கப்பட்டுப் பின்பு நூற்கப் படுகிறது. 1730ஆம் ஆண்டுவாக்கில் இயற்கை முள்ளான குருக்கத்தி வளைந்த உலோகக் கம்பிகளினால் பதிலீடு செய்யப்பட்டது. இக்கம்பிகளின் வலிமை கூடுதல் என்பதுடன், கோதுப் பரப்பும் (carding area) கொக்கிகளில் சமச்சீர்மையும் கூடுதலாக உள்ளமையும் குறிப்பிடத்தக்கது.

நூற்புச் சக்கரங்கள் (spinning wheels). கி.பி.750 ஆம் ஆண்டு இந்தியாவில் ராட்டை (charka) உருவாக்கப்பட்டது. கிடைமட்டத்தில் ஒரு நூற்புக் கதிர் ஒரு கம்பத்தின் மீது ஏற்றப்படுகிறது. துளையிடப்பட்ட எடைக்குப் பதிலாக ஓர் உருளை (pulley) பயன்படுகிறது. மற்றொரு பெரிய சக்கரத்தின் வழியே செலுத்தப்படும் பட்டையால் இவ்வுருளை சுற்றப்படுகிறது. பெரிய சக்கரம் கையினால் இயக்கப்படுகிறது. இக்கைராட்டை தூண்களின் மீது நிறுவப்பட்டு நின்று கொண்டே இயக்கும் முறை 14ஆம் நூற்றாண்டில் பிரிட்டிஷ் தீவுகளுக்கு அறிமுகமாகிறது. பெரிய சக்கரம் (Great wheel), ஜெர்சி சக்கரம் (Jersey wheel) என வழங்கப்படும். இவ்வமைப்பில் நூற்பவர் தம் வலக் கையினால் சக்கரத்தைச் சுழற்றி நூற்புக் கதிரை விரைவாகச் சுழலவைப்பார். இடக்கையில் பஞ்சு நூற்புக் கதிருக்கு எதிர்ப்புறமாக இழுக்கப்படுகிறது. சக்கரம் சுழலுவதற்குத் தகுந்தாற்போல் நூலில் முறுக்கேற்றம் நிகழ்கிறது. நூல் நூற்புக் கதிருக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் பிடிக்கப் படுவதால், சில சுற்றுகளில் நூற்புக் கதிரில் நூல் தன்னைத் தானே சுற்றிக் கொள்கிறது. நூற்புக் கதிர் மேலும் சுற்றப்படும் போது நூலின் இறுதிச் சுருள் முனையிலிருந்து பிறழ்ந்து இழைகளை முறுக்குகிறது. இடக் கை நீட்ட முடிந்த அளவை எட்டிய பின்பும் திருகல் தொடர்ந்து, நூல் வலிமை அடைகிறது. நூலைக் கண்டாகச் சுற்றுவதற்கு நூற்புக் கதிர் எதிர்ப்புறத்தில் சுழற்றப்பட வேண்டும். இதன் விளைவாக நூல் சுருள்கள் நூற்புக் கதிரிலிருந்து விடுபடுகின்றன. இடக்கை நூலை நூற்புக் கதிருக்கு சரியான கோணத்தில் கொண்டுவந்து கம்பு வடிவிலான கண்டாக மாற்றுகிறது. இதற்குள் வலக் கை இராட்டையின் சக்கரத்தை முதல் திசையிலேயே மீண்டும் சுற்றுகிறது. எனவே, இரட்டை நூற்பு ஒரு பல கட்டச் செயல் முறையாகும் (படம் 1).



படம் 1. இரட்டை நூற்பு

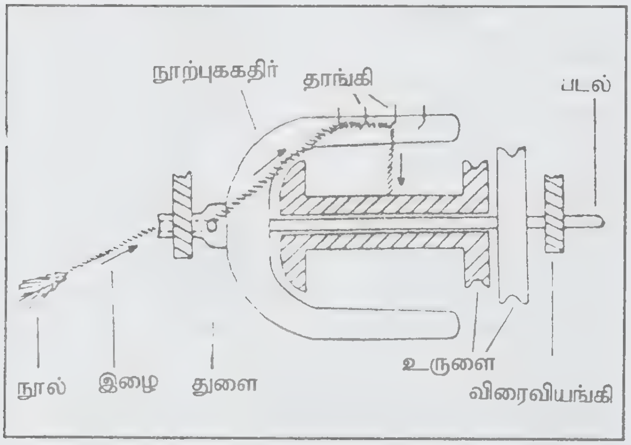
அ. பெரிய சக்கரம் ஆ. உருளை
இ. நூற்புக்கதிர் ஈ. நூல்
உ. புரி

லினன், கம்பளி, பருத்தி ஆகிய யாவும் ராட்டையில் நூற்பதற்குத் தகுந்தவை. இக்கலயை எளிதில் கற்றுக் கொண்டுவிடலாம் என்றாலும், ஒரே சீராகச் சன்னமான நூலைப் பெரிய நீளத்திற்கு நூற்பதற்குத் திறமை தேவை.

கி.பி.1400ஆம் ஆண்டுவாக்கில் மற்றொரு நூற்புச் சக்கரம் உருவாக்கப்பட்டது. சாக்னி சக்கரம் (Saxony wheel) எனும் இவ்வமைப்பில் லாடம் போன்ற வடிவம் கொண்ட விரைவியங்கி (flyer) இணைக்கப்பட்ட நூற்புக் கதிரை ஒரு பெரிய சக்கரம் சுழற்றுகிறது. நூற்புக்கதிரின் தண்டிலுள்ள உள்ளீட்டுத் துளையொன்றின் வழியாகப் பஞ்சு புகுத்தப்

படுகிறது; கம்பியினால் நூற்புக்கதிர் சுழற்றப்படும்போது பஞ்சு திரிக்கப்படுகிறது. நூற்புக் கதிரின் தண்டின் இணைக்கப் பட்டுள்ள ஒரு தார்க் குழல் பெரிய சக்கரத்திலிருந்து தொடங்கும் மற்றொரு பட்டையினால் இயக்கப்படும் கப்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இரு பக்கங்களும் பஞ்சை நூற்புக் கதிரின் துளையிலி ருந்து தார்க் குழலின் பக்க இருக்கைக்கு இட்டுச் செல்கின்றன நூற்புக் கதிரும், தார்க் குழலும் (bobbin) இரு வேறு விட்டங்களைக் கொண்ட சக்கரங்களுக்கு இணைக்கப் பட்டுள்ளமையால், வெவ்வேறு விரைவுகளுடன் சுழலுகின்றன. இதனால் நூற்புக் கதிர் துளையிலிருந்து பஞ்சை இட்டுச் சென்று தார்க் குழலின்மீது சுற்ற முடிகிறது. இதன் விளைவாக முறுக்கேற்றமும், கண்டுச்சுற்றுதலும் இணைக்கப்பட்டு ஒரே தொடர் செயல்முறையாக நடத்தப்படும். பின்பு ஒரு சுற்றியக்கியும் (crank), மிதிகட்டையும் (foot pedal) இணைக்கப்பட்டுச் சக்கரத்தைக் கால்களினால் இயக்கும் உத்தி அறிமுகமாகிறது. இதனால் இரு கைகளாலும் இழைகளை இழுப்பதற்கும் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் முடிந்தது. லினன், கம்பளி ஆகியவற்றின் நீண்ட இழைகளை நூற்பதற்கு இச்சக்கரம் ஏற்றதெனக் கருதப்பட்டது. இம்முறை படம் 2இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 2. சாக்சனி சக்கரம்

பட்டுத் தவிர்த்த பிற நூல்களின் நூற்பில் நூல் முறுக்கேற்றம் செய்யப்பட்டுக் கண்டில் சுற்றப்படுகிறது; பட்டைப் பொறுத்தவரை இதற்கு எதிர்மாறான செயல்முறை கையாளப்படுகிறது. புழுக்கூட்டிலிருந்து பட்டு இழை திருகு வட்டத்தில் (redel)சுற்றப்பட்ட பின்பு, ஒரு நூலுக்குத் தேவைப்படும் நீளிழைகள் திருகுவட்டத்திலிருந்து தார்க் குழலுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. தார்க்குழலிலிருந்து சுற்றை அவிழ்த்து நூற்புக் கதிருக்கு மாற்றுவதற்கு ஒரு திருகுவட்டம் பயன்படுகிறது. அலமாரியின்மீது அமர்ந்திருக்கும் தார்க் குழலின் எடையின் விளைவாக நூற்புக் கதிரும் தார்க்குழலும் வெவ்வேறு விரைவுகளில் சுற்றுதல் உறுதி செய்யப்படுகிறது. கி.பி.1500இல் இவ்வெந்திரம் உருவாக்கப்பட்டது. அறிஞர்-கலைஞரான லியோனார்டோ டாவின்சி இவ்வமைப்பைப் படமாக வரைந்துள்ளார்.

நெசவு. இடைக்காலத்தில் நெசவு உத்திகள் மிகவும் மேம்பட்டு விளங்கின. 13ஆம் நூற்றாண்டில் இங்கிலாந்தில் வின்செஸ்டர் நகரில் செங்குத்துத் தறிக்காகவும் இரு நெசவாளர் சங்கங்கள் இயங்கி வந்தன: கிடைமட்டத் தறிக்காகவும் , மெல்ல மெல்லச் செங்குத்துத் தறி அதன்மந்த இயக்கத்தினால் பிரிட்டனில் வழக்கொழிந்த போயிற்று. எடுத்துக்காட்டாக, செங்குத்துத் தறியில் பண்ணையைப் (reed) பயன்படுத்த முடியவில்லை. மூங்கில் சப்பைகளை ஒன்றுக்கொன்று இணையாகச்செங்குத்தாக அமைத்து, அடுத்தடுத்த சப்பைகளுக்கிடையே சீப்பில் உள்ளமைபோல் சீரான இடைவெளிவிட்டு, மேலும் கீழும் மரப் பட்டைகளில் பொருத்தினால் விளையும் அமைப்பு பண்ணையாகும். பாவு நூல்கள் இடைவெளிகளின் வழியே புகுத்தப்படுகின்றன. இதனால் பாவு நூல்கள் சீரான இடைவெளிகளுடன் அமைக்கப்படுவதோடு ஊடு நூலை அடிப்பதற்கும் பண்ணைப் பயனாகிறது. நெசவு விரைவுபடுத்தப்பட்டுத் துணியின் தரமும் உயர்ந்தது. பண்ணையின் பின்புறம் அமைக்கப்பட்டுள்ள கிடைமட்டத் தறியில் பாவு நூல்களைக் கட்டுப்பாடாக உயர்த்தவல்ல ஊடிழை நுழைக் கம்பிச் சட்டங்கள் உள்ளன. இச்சட்டங்களை மிதிகட்டைகளைக் கொண்டு உயர்த்தலாம்; இவ்வியக்கம் செங்குத்துத் தறியில் செயல்படாது. இதனால் இரு கைகளாலும் விரை நாடாவைச் செலுத்துவதற்கும் பிடிப்பதற்கும் முடிகிறது.

கிடைமட்டத் தறியில் பல ஊடிழை நுழை கம்பிச்சட்டங்களைப் பொருத்தி, அப்போதும் பயன் படுத்தத்தக்க பணியைத் திறக்கவல்ல அளவுக்கு உயர்த் தவும் முடியும் என்பதால் சிக்கலான பாணிகளில் துணிகளைச் செய்யலாம். மேலும் நுண்ணிய பாணிகளை நெய்வதற்கு இழுவைப் பணிச் சிறுவன் (draw boy) அமைப்புப் பயன்படுத்தப்பட்டது. சிக்கலான அமைப்பொன்றைக் கைகளினால் உருவாக்குதல் எளிதேயாயினும் அதே பாணியைத் துணியின் குறுக்கும்நெடுக்குமாக மீண்டும் மீண்டும் ஒரே சீராக அமையுமாறு பணித்தல் புனைத்திறமிகு செயலாகும். தகுந்த பாவு நூல்கள் யாவும் ஒரு தொங்கும் கம்பியுடன் (lingo) இணைக்கப்படுகின்றன. இதனால் ஒரே வகைப் பாவு நூல்கள் யாவும் ஒரே சமயத்தில் உயர்த்தப்பட இயலும். ஒரு குறிப்பிட்ட நெசவுப் பாணியில் 100 முனைகள் இருப்பின், வரிசை எண்கள் 1, 101, 201, 301, 401 எனக் கொண்டுள்ள நூல்கள் ஒன்றிணைக்கப்படும். நீளவாக்கில்

இப்பாணியை மீண்டும் பெறுவதற்கு ஒரே மாதிரியான பாவு நூல்களைத் தக்க தருணத்தில் உயர்த்த வேண்டும். ஒரு நாடா செலுத்தும் தருணத்திற்கேற்ற செங்குத்து நூல்கள் யாவும் ஒரு புறமாக இழுக்கப்பட்டு, நூலினால் கட்டப் படுகின்றன. அப்பாணி முடியும்வரை இதே செயல்முறை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்த்தப்படுகிறது. பாவு நூலின் மேல் (தறியின் உச்சியில்) ஒரு சிறுவன் அமர்ந்துகொண்டு ஒவ்வொரு முடிச்சிலுமுள்ள தொங்கு நூல்களை வகைப் பிரித்து, முள் முனைப் பதித்த மரக்கட்டையின் மீது சுற்றி, முறுக்கி, பணியைத் தோற்றுவிப்பான். அவன் அடுத்த முடிச்சைக் கவனிப்பதற்குள் நெசவாளி நாடாவைச் செலுத்தி, ஊடு நூலை அடித்துக் கொண்டிருப்பார். ஈரானில் 1975ஆம் ஆண்டு வரை இம்முறை வழக்கிலிருந்தது.

நிரப்புதல் (fulling). எண்ணெய்ப் பசையையும், அழுக்கையும் அகற்றுவதற்குக் கம்பளித் துணியைக் கழுவ வேண்டும். இது நிகழ்த்தப்படும்போதே நிரப்புதலும் செயல்படுத்தப்படுகிறது. நெசவின்போது பாவு நூல்களில் தோற்றுவிக்கப்படும் இழுவலிமையால் நெருக்கமான நெசவுக்கு வாய்ப்புக் குறைகிறது. அடக்கமானதாகவும், தடிமன் கொண்டதாகவும் செய்வதற்குக் கம்பளியின் இயல்பான பின்னல் பண்புகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். நிரப்புதல் செயல்முறையின் தொன்மையான உத்தியில் சலவைக்காரம் (fullers earth) எனும் பொருளின் கரைசலில் துணி நனைக்கப்படுகிறது; பின்பு காலால் துவைக்கப்படுகிறது. மகளிர் ஒரு கூட்டமாக இயங்கி இதனைச் செயலாக்கி வந்தனர். இங்கிலாந்தில் இதற்கு வாக் மில் (walk mill) என்றும் பாண்டி (pandy) என்றும் பெயர்.

11ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து நிரப்புதலுக்கு எந்திரம் பயன்படுத்தப்பட்டது. இவ்வெந்திரங்களைப் பற்றிய முதல் பதிவேடு 1185ஆம் ஆண்டைச் சேர்ந்தது. நீர்ச்சக்கரத்தினால் சுழற்றப்படும் தள்ளிகள் (cams) பொருத்தப்பட்ட தண்டு இரு சுத்தியல்களை மாறி மாறி உயர்த்துகிறது. இச்சுத்தியல்கள் ஒரு தொட்டியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் துணியை ஓங்கியோங்கி அடிக்கின்றன. துணியின் அனைத்துப் பகுதிகளும் ஒரே சீராக அடிக்கப்படும் வகையில் துணி சுழற்றப்படுகிறது. துணித் தயாரிப்பில் எந்திரத்திறன் முதன்முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இத்துறையிலேயே ஆகும். இதன் விளைவாக இங்கிலாந்தில் நகர்ப்பகுதிகளில் மட்டுமே இயங்கி வந்த நெசவுத் தொழில் ஊரகப் பகுதிகளுக்கும் விரிவடையலாயிற்று. இதைத் தொடர்ந்து அகலத்துணி (broad cloth) தயாரிப்பு புகழ் பெற்றது. இதில் ஒரு புறமிருந்து ஒருவர் நாடாவைச் செலுத்த, மற்றொரு புறத்தில் மற்றொருவர் நாடாவை வாங்குவார்.

1833இல் ஜான் டயர் என்பார் துருவு பொறியைக் கண்டுபிடித்து, உரிமைப் பட்டயம் பெற்றார். நீளமாக, தொடர்ச்சியாகத் தைக்கப்பட்ட துணியின் இரு கரைகளையும் ஒன்றாக தைத்து, அகலமான, நீண்ட குழாயை உருவாக்குவர். துணியின் பெரும்பகுதி இவ்வெந்திரத்தின் அடிப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது.

இரண்டு உருளைகள் துணியை இந்நீரிலிருந்து வெளியே இழுத்துக் கூம்பு வடிவத்திற்குச் சிறுகச் செய்கின்றன. துணிச் சுவர்களுக்கிடையே சிக்கும் காற்றின் அழுத்தத்தினால் உருளைக்கு முன்பு காற்றுக் குமிழ்கள் தோன்றும். இதனால் துணிக் கம்புத் திறந்து மீண்டும் மற்றொரு பகுதியில் அமுங்கும்.

நிரப்புதல் முறையில் துணி சரியான வடிவைப் பெறும் என்றாலும் சுருக்கமும் ஏற்படுகிறது. நியம அளவுக்கு மீண்டும் கொணருவதற்கு, துணி நீட்டப்பட்டு உலர்த்தப்படுகிறது. துணியின் நீளவாக்கில் இரண்டும், அகலவாக்கில் இரண்டுமாக இரண்டு இணைத்தண்டுகளாலான கூடாரச் சட்டத்தின் மீது துணியை உலர்த்துவர். ஒவ்வொரு தண்டின் நீளத்திலும் ஆங்காங்கே கொக்கிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு பக்கத்திலுள்ள தண்டும், மேல்புறமுள்ள தண்டும், அசையாதவாறு நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. துணியின் ஒரு முனை அசையாத பக்கத் தண்டின் கொக்கிகளில் மாட்டப்பட்டு, மற்றொரு முனை நீட்டப்பட்டு மற்றொரு தண்டினால் விரித்து நிறுத்தப்படுகிறது. இதே போன்று மேல்நிலைத் தண்டின் கொக்கிகளில் மாட்டப்பட்ட துணி மற்றொரு தண்டினால் கீழ் இழுக்கப்பட்டு ஒரு முனையில் பொருத்தப்பட்டு, இருத்தப்படுகிறது. இவ்வாறாகத் துணியை அதன் இறுதி அளவுக்கு இழுத்து இருத்தி உலர்த்தலாம். இம்முறைக்கு மிகுந்த நேரம் ஆவதால், தற்போது சிறப்புக் கூடார அமைப்புப் பயனாகிறது.

கொக்கிகள் தொடர் சங்கிலியமைப்பில் நிறுவப்பட்ட கவ்விகளினால் பிடிக்கப்படுகின்றன. துணி இவ்வமைப்பில் புகுத்தப்படுகையில் கவ்விகள் அதனை இருமருங்கிலும் இறுகப்பிடிக்கின்றன. இருபுறக் கவ்விச் சங்கிலிகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலக்கப்படும்போது துணி நன்கு விரிக்கப்படுகிறது. நீட்டப்பட்ட துணி தானியங்கிகளின் உதவியால் நீராவி கொண்டு உலர்த்தப்படும் பகுதிக்கு இட்டுச் செல்லப்படுகிறது. இப்பகுதியின் இறுதியில் கவ்விகள் விலக்கப்பட்டுத் துணி சுற்றப்படுகிறது. இக்காலக் கட்ட த்தில் தோன்றிய பிறிதோர் உத்தி கம்பளிப் போர்வைத் தயாரிப்பைப் பற்றியது. நெய்யப்பட்ட கம்பளித் துணியின் இழைகள் துருத்தி நிற்குமாறு வேண்டுமென்றே இழுத்துவிடப்படுகின்றன.

குருக்கத்தி முள்கள் பொருத்தப்பட்ட மரச் சட்டத்தைத் துணியின் மீது குத்தி இழுத்துச் செய்து வந்தனர். 15 ஆம் நூற்றாண்டு வாக்கில் கைகளினாலோ, நீர்த் திறனாலோ இயக்கப்பட்ட உருளைகளின்மீது பொருத்தப்பட்ட குருக்கத்தி அமைப்புகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. தற்போது கம்பிக் கொக்கிகள் குருக்கத்தி முள்களைப் பதிலீடு செய்து விட்டன என்றாலும், 1970ஆம் ஆண்டு வரை சில ஆலைகளில் உயர் வகைக் கம்பளித் துணித் தயாரிப்புக்குப் பழைய முறையே விரும்பப்பட்டு வந்தது.

துணிக்கு மென்தன்மையை ஏற்றும் பொருட்டுத் துருத்தி நிற்கும் கம்பளி இழைகளைக் கத்தரிக்கும் பழக்கம் உருவாகியது. வளைந்த மேசைப் பரப்பின்மீது விரிக்கப்பட்ட துணியில் பெரிய கத்தரிக்கோல்களால் தளர்ந்த இழைகள் சீராக வெட்டப்படுகின்றன. மென்மையான இறுதித் தோற்றத்தைப் பெறுவதற்குச் செயல்திறனும் நுணுக்கமும் தேவை. பல முயற்சிகளுக்குப் பிறகு தற்போதைய புல்வெட்டும் எந்திரத்தை ஒத்த, வெட்டிகள் பொருத்தப்பட்ட உருளைகளுக்கு உரிமைப் பட்டயங்கள் 1815இல் கோரப்பட்டன. 1830ஆம் ஆண்டுவாக்கில் கையினால் கத்தரிக்கும் முறை ஒழிக்கப்பட்டுவிட்டது.

17ஆம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் நெசவுத் தொழிலில் வளர்ச்சி

பின்னுதல் (knitting). ஒரு நூலை வளையமாக்கி, அம்முறையில் வரிசையாக ஒன்றுக்கொன்று பிணைந்த தையல்களை உருவாக்கி நெய்யாத் துணி (nonwoven) தயாரிக்கலாம். கூர்மையான இணை ஊசிகளைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பாக ஒரே கொக்கி கொண்ட ஊசியைப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் தோன்றியது. பின்னுதல் முதன்முதலாக வடக்கு ஐரோப்பிய நாடுகளில் தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது. ஊசிகளைக் கொண்டு பின்னும் முறை 15ஆம் நூற்றாண்டில் இங்கிலாந்துக்கு அறிமுகமாகியது. நெய்யப்பட்ட துணியைவிடப் பின்னப்பட்ட துணி, கூடுதல் மீட்சி கொண்டது. மனித உடல் உறுப்புகளின் அமைப்போடு நன்கு பொருந்தவல்லதா கையால் தொப்பி, காலுறை, உட்சட்டை (vests), தலைவழிக் கழற்றக்கூடிய சட்டை ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பின்னல் வகை முதன்மை பெறுகிறது. ஆனால் ஓர் அடிப்படைச் சிக்கல் உண்டு. ஒரு விடுபட்ட வளையத்தினாலோ, ஓர் அறுபட்ட நூலினாலோ முழு ஆடையும் பிரிந்துவிடும் தீமை இதில் காணப்படுகிறது.

கைப் பின்னல் முறை பொதுவாக எந்திரமயமாக்கப்படவில்லை என்றே கூறலாம். சிக்கலான, எழில்மிக்க பாணிகளைக் கைதேர்ந்த பின்னல் வல்லுநர்களால் உருவாக்க முடியும். முளைப் பின்னல் (peg knitting) என்னும் வழிமுறை மிகப் பழங்காலத்தில் வழக்கத்திலிருந்தது. இவ்வெந்திரத்தினால் பின்னும் முறை தற்போது நடைமுறையில் இல்லை; எனினும், 1589 இல் வில்லியம் லீ என்பார் கண்டுபிடித்த பின்னும் எந்திரத்திற்கு இது ஒரு சிறந்த முன்னோடியாயிற்று. ஒரு வரிசைத் தையலை முடிப்பதற்கு 7 அல்லது 8 செய்முறைக் கட்டங்கள் தேவைப்படும். இவ்வெந்திர அமைப்பு பலரையும் கவர்ந்தமை வியப்புக்குரியதாகும். கிடைமட்டமாக அமைக்கப்பட்ட ஊசி வரிசையில் இறுதித் தையல் வரிசைகள் அவற்றின் அடிப்பகுதியின் (shank) மீது வளையமாகச் சுற்றப்படுகின்றன. சுருள்வில் வகை எஃகினாலான, நுண்ணிய கூர் முனை கொண்ட ஊசிகள் பயன்படுகின்றன. ஊசியின் அடிப் பகுதியைத் தொடும் அளவிற்கு ஊசியின் முனை வளைக்கப்பட்டு, கொக்கியாக உருவாக்கப்படுகிறது.

பொதுவாக, திறந்த முனைகளாக விடப்பட்டிருப்பினும், ஊசியின் அடிப்பகுதியில் ஒரு பள்ளத்தைத் தோண்டி, அதனுள் வளைக்கப்பட்ட முனை புதையுமாறும் செய்யலாம். அடுத்தடுத்த ஊசிகளுக்கிடையே தட்டையான உலோகத் துண்டு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மிதிகட்டையின் உதவியால் ஊசிகளைச் சுற்றி நூல் வளையம் தோன்றுமாறு இவ்வுலோகத் துண்டுகளைப் பணிக்கலாம். ஊசிகளின் முனைகளுக்கு அடியில் கொக்கிகளுக்குள் நூல் புகுத்தப்படும்படி வளையங்களை உலோகத் துண்டுகள் முன்னுக்குத் தள்ளுகின்றன. ஓர் அழுத்தும் கட்டையைக் கொண்டு ஊசியின் தாடி போன்ற பகுதியை மூடலாம்.

சிக்கலான வழிமுறையாயினும், இத்தையல்முறை அண்மைக் காலம் வரை வணிக அளவில் பயன்பட்டு வந்தது. இப்பின்னல் சட்டங்களைக் கொண்டு தட்டையான பட்டைகளை மட்டுமே உருவாக்க முடிந்தது. இச்சட்டங்களால் உருவாக்கப்பட்ட காலுறைகள் கையால் தைக்கப்பட வேண்டியிருந்தன. இவ்வெந்திரத்தினால் சாதா தையல் மட்டுமே செய்ய இயலுமாதலால் நுட்பமிகு காலுறைகளைத் தைப்பது கடினமாகிறது. 1758இல், டெர்பி என்னும் ஊரில் ஸ்ட்ரட் என்பார் டெர்பி விலாச் சட்டம் (Derby rib frame) எனும் அமைப்பைச் சாதாரண சட்டத்திற்கு முன் இணைப்பாகச் சேர்த்தார். இதனால் கிடைமட்ட ஊசிகளுக்கிடையே செங்குத்து ஊசிகளைப் புகுத்தி விலா அமைப்புக் கொண்ட துணியைத் தைக்க முடிந்தது. இக்கண்டுபிடிப்பில் கிடைத்த வருவாயைக் கொண்டு ஆர்க்ரைட் நூர்பு எந்திரக் கண்டுபிடிப்புக்குப் பொருளுதவி அளித்தார். இக்கருத்து விரிவாக்கப்பட்டு, ஓர் ஊசியிலிருந்து மற்றொன்றுக்குக்

கண்ணிகளை நகர்த்தி, துணியில் துளைகளைக் கொண்ட பாணியை உருவாக்கலாம். இம்முறையினால் சரிகை அமைப்பைப் பெற வாய்ப்புண்டு. அருகருகே நான்கு துண்டுத் துணிகளை வைத்து ஒரே சமயத்தில் தைக்க முடிந்தது. 1800இல் காலுறைத் தயாரிப்புச் சட்டங்கள் 40 வேறுபட்ட வகைத் துணிகளைப் பின்னும் அளவுக்கு வளர்ச்சியுற்றன. இச்சட்டங்களை இயக்குவதற்குக் கடினமான உடலுழைப்புத் தேவைப்பட்டமையால், பொதுவாக இத்தொழிலில் ஆண்களே மிகுந்திருந்தனர். முதல்கட்ட எந்திரங்களே நிமிடத்திற்கு 600 வளையங்கள் என்னும் விரைவில் இயக்கப்பட்டன ; இது கைப்பின்னலைவிட 6 மடங்கு விரைவாகும். பின்பு, பட்டு உறைகள் நிமிடத்திற்கு 1500 வளையங்கள் என்னும் அளவில் பின்னப்பட்டன.

நளினப் பின்னல். மே நாளின்போது திடலில் ஒரு கம்பத்தை நட்டு, குழந்தைகளை இரு குழுக்களாகப் பிரித்து, இரு குழுக்களும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் கம்பத்தைச் சுற்றிவருமாறு செய்வது வழக்கம். ஒவ்வொரு குழந்தையும் கம்பத்தின் உச்சியில் கட்டப்பட்ட நாடாவின் மறு முனையைக் கையில் பிடித்திருக்கும். இரு குழுக்களும் முன்னும் பின்னுமாகத் திசை மாறி நடனமாடும்போது நாடாக்கள் ஒன்றோடொன்று பின்னிப் பிணைந்து, இறுதியில் கம்பம் ஒரு பின்னல் அமைப்பால் போர்த்தப்பட்டுக் காட்சியளிக்கும். இதே பின்னலை வணிக அளவிலும் ஏனைய நோக்கத்திலும் செயல்படுத்தும்போது நூல் சுற்றப்பட்ட தார்க்குழல்கள் குழந்தைகளைப் பதிலீடு செய்கின்றன. நடுக்கம்பத்திற்குப் பதிலாக ஒரு கயிறு அல்லது மின்வடம் பயன்படுகிறது. மூடுகாலணி நாடா (shoe lace) மையப் பற்றுவடம் இராத பின்னல் வகையைச் சாரும். சில அமைப்புகளில் தார்க்குழல்கள் முழு வட்டமாகச் சுற்றுவதில்லை ; ஒரு குறிப்பிட்ட கூட்டத்தில் பின்னோக்கி நகருகின்றன. இதனால் சாதாரண நாடாக்களும், விளக்குத் திரிகளும் விளைகின்றன. திருமணச் சடங்குகளுக்கான வண்ண வண்ணக் கயிறுகளை நுட்பமாகத் தயாரிக்கும் அளவுக்கு இப்பின்னலை ஜப்பானியர் மேம்படுத்தினர்.

1748இல் மான்செஸ்டரில் இவ்வெந்திரம் உருவாக்கப்பட்டது. தார்க்குழல்கள் அரைவட்டங்களில் சென்று திரும்பின ; தார்க்குழல்களைச் சரியான பாதைகளில் செலுத்துவதற்குத் திருப்பிகள் (deflectors) பொருத்தப் பட்டிருந்தன. பிற்கால அமைப்புகளில் பாதைகள் எதிர்ச் சமகோணச் செவ்வகங்களாக (lozenges) மாற்றப்பட்டன. திருப்பிகளின் தலையீடின்றிக் குறுக்குச் சந்திப்புகளில் எளிதில் கடந்துசெல்வதற்கு வசதியாகத் தார்க்குழல்கள் நீண்ட தாங்கிகளின் மீது பொருத்தப்பட்டன.

எந்திர நெசவின் தொடக்க காலம். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நாடாக்களை ஒரே நேரத்தில் நெசவு செய்யும் முறை ஆன்டன் மாலர் என்பாரால் 1586இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது ஹாலந்திலிருந்து இங்கிலாந்துக்கு வந்தமையால், டச்சுத் தறி எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது. தொடக்கத்தில் 4 அல்லது 6 நாடாக்களை மட்டுமே சம நெசவு செய்ய முடிந்தது. பிற்காலத்தில் 20 நாடாக்களையும், தற்போது 50 நாடாக்களுக்கு மேலும் ஒரே நேரத்தில் நெசவு செய்யக் கூடிய வசதி தோற்றுவிக்கப்பட்டது. விரை நாடாவின் (shuttle) அகலம் நெய்யப்படும் துணி நாடாவின் தறிகளில் ஒரு சாய்வுத் தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ள முனைகளினால் துணி வழியே செலுத்தப்படுகிறது. பின்னால் வந்த அமைப்புகளில் விரை நாடாவுடன் ஒரு முன்பின் தள்ளியும் (rack) பல்சக்கரமும் (pinion) பண்ணைச் சட்டத்தின் மீது பொருத்தப்பட்டு, 1730இல் சுவிட்சர்லாந்தில் இத்தறிகளை விசை கொண்டு இயக்கும் முறை உருவாக்கப்பட்டு, பெரும் எதிர்ப்புக் குள்ளாகியது. நீர் விசையால் இயக்கப்பட்ட தறியொன்று மான்செஸ்டரில் புழக்கத்திற்கு வந்து, அதற்கும் நூல் அறுந்து விடும் போது கவனிப்பதற்கும், ஊடு நூல் தீர்ந்தவுடன் மீட்பதற்கும் பிறிதொருவர் தேவைப்பட்ட மையால், வழக்கொழிந்து போயிற்று. 56 நெசவுச் சட்டங்களும், ஓர் அறை முழுதும் நூற்பு எந்திரத் தளவாடங்களும் நிறைந்த தொழிற்சாலையை இயக்குவதற்காகத் தாமஸ் கார்டன் என்பார், 10.5 KW திறன் கொண்ட நீராவிப் பொறியைப் பயன்படுத்தினார். இத்தறிகள் குறுந்துணிகளின் தயாரிப்புக்கு இன்றும் பயனாகி வருகின்றன. பெயர் பொறித்த நாடாக்களுக்கும், முகப்புச் சீட்டுகளுக்கும் (labels) ஜாக்வார்டு (Jacquard) சேணம் பொருத்தப்பட்ட இவ்வகைத் தறிகள் பயன்பட்டு வருகின்றன. விரை நாடாக்களுக்குப் பதிலாக ஊசிகளைக் கொண்ட தறிகள் எளிய பாணியுடைய நாடாக்களின் தயாரிப்பு கேற்றவையாகும். ஓர் ஊசி ஊடு நூலைப் பாவு நூலுக்கிடையே செலுத்துகிறது; பிறிதொன்று வளையத்தைக் (கண்ணி) கவ்விப் பிடித்து, தையலை முழுமையாக்குவதால், ஊடு இரட்டிப்பாகிறது. இதனால் பழைய தறிகளைவிட இத்தறியின் தயாரிப்பு விரைவு பன்மடங்கு கூடுதலாகும்.

பறக்கும் விரைநாடா (flying shuttle). 1733இல் ஜான் கே என்பார் இதற்கு உரிமைப் பட்டயம் கோரிப் பெற்றார். இக்கண்டுபிடிப்புக்கு முன்னர் நெசவாளி நாடாவைத் துணியின் வழியே தன் கையால் தள்ள வேண்டும். இதன் விளைவாக அவருடைய கை எட்டும் அளவுக்கு மட்டுமே நெய்யப்படும் துணியின் அகலம் இருந்து வந்தது. நாடாவைச் செலுத்திய பிறகு, ஊடு நூலைப் பண்ணையால் அடிப்பதற்குக் கைகளின் இருக்கையை மாற்ற வேண்டி இருந்தது.

அகலமான துணியை நெய்வதற்கு ஒருவருக்கொருவர் நாடாவைச் செலுத்துமாறு இருவர் தேவைப்பட்டனர். பண்ணை ஒரு சட்டத்தின் மீது ஏற்றிப் பொருத்தப்பட்டது. கே கண்டுபிடித்த நாடா பண்ணைச் சட்டத்தின் மீதமைந்த தட்டின் மீது (ledge) ஓடி மறு முனையிலுள்ள ஒரு பெட்டியை அடையும் ; உராய்வைக் குறைப்பதற்குச் சக்கரங்கள் பொருத்தப்பட்டிருந்தன. நெசவாளியின் வலக் கை பிடித்திருக்கும் தடியினால் பெட்டியிலிருந்து நாடாவை எளிதில் மறுபுறத்துக்கு செலுத்தலாம். இடக் கை பண்ணைச் சட்டத்தின் மையப் பகுதியைப் பிடித்து, விரை நாடா செலுத்தப்பட்டவுடன் ஊடு நூலை அடிக்கிறது. இதனால் ஒவ்வொரு முறையும் நாடா செலுத்தியவுடன் நெசவாளி தன் கைகளின் இருக்கைகளை மாற்ற வேண்டியதில்லை என்பதுடன், நெசவின் விரைவும் மிகுந்து நெய்யப்படும் துணியின் அகலமும் கூடுதலாவதற்கு வாய்ப்புத் தோன்றுகிறது.

பறக்கும் விரை நாடாவின் தோற்றம் தயாரிப்பை விரைவுப் படுத்தியதால் நெசவுத் தொழிலாளர்கள் தம் வேலை வாய்ப்புப் பாதிக்கப்படும் என அஞ்சினர். எனவே, இக்கருவிக்கு வரவேற்பு இல்லை. மேலும், சில சிறு மாற்றங்களைச் செய்தே நிறைவளிக்குமாறு பயன்படுத்த முடியும் என்னும் நிலையும் இருந்தது. நாடா கீழே விழாமல் இருக்கும் பொருட்டு, பண்ணைக்குக் குறுங்கோணத்தில் ஓடு தளத்தை அமைக்கலாம். பண்ணைக்கு அருகில் நாடா இருக்குமாறு செய்வதற்கு நாடா ஒரு வட்டத்தில் சுற்ற வசதியாகச் சக்கரங்கள் அமைக்கப்பட வேண்டும். மேலும் சில திருத்தங்கள் செய்தும், நெசவாளர்களின் எதிர்பைத் தாங்க முடியாமல் கே, ∴பிரான்ஸ் நாட்டுக்கு ஓடிவிட்டார்.

1760இல் ஜான் கேயின் மகன் ராபர்ட் கே கீழிறங்கும் பெட்டியைக் கண்டுபிடித்த பின்பு பறக்கும் விரை நாடா லங்காஷயரில் புகழ் பெற்றது. பண்ணைச் சட்டத்தின் முனையில் ஒரு பல்லறைப் பெட்டி (tiered box) பொருத்தப்பட்டது. இதிலிருந்து 2-4 விரை நாடாக்கள் புறப்படுவதற்கு வசதி இருந்தது. இப்பெட்டியை மேலும் கீழுமாக அசைத்து, எந்த விரை நாடாவை வேண்டுமானாலும் ஓட்டத்தடத்திற்கு நேராகக் கொணரலாம். மாறுபட்ட வண்ணம் கொண்ட அல்லது ஊடு நூல் கொண்ட விரை நாடாக்களைத் தடுப்பு அறைகளில் வைத்து, நெசவாளி எதனை வேண்டுமானாலும் (ஒரு தூண்டுகோலை இயக்குவதன் மூலமாக) தேர்ந்தெடுக்கலாம். இதனால் பல்வேறு நிறக் கட்டங்களைக் கொண்ட துணிகளை நெய்தல் விரைவு படுத்தப்பட்டது. பண்ணையில் பிளவுற்ற மூங்கில் சப்பைகளை மெல்லிய உலோகத் தகடுகளால் பதிலீடு செய்தமை நெசவுத் தொழில்நுட்பத்திற்கு ஜான் கேயின் மற்றொரு கொடையாகும்.

பாணி நெசவு (pattern weaving). அரசவைகளின் தேவைகளுக்கேற்ப, கோலங்களையும் பாணிகளையும் நெசவில் புகுத்துதல் ஐரோப்பாவில், குறிப்பாக ∴பிரான்சில் வளர்ச்சியுற்றது. இதற்கு உருவாக்க வேண்டிய கோலத்தை மனத்தில் இருத்தி ஒவ்வொரு கோடாக உருவாக்க வேண்டும். பின்பு தகுந்த பாவு நூல்களை மட்டும் உயர்த்தி மற்றவற்றைக் கீழ்நிலையிலேயே விடுவதற்கு ஓர் உத்தி தேவை. 1725இல் போசான் கண்டுபிடித்த புனைதிறம் வாய்ந்த ஓர் அமைப்பில் ஊசி, கொக்கி, பாவு நூல் தூக்கும் கருவி ஆகியவற்றுடன் நினைவாற்றலைக் குறிக்கும் துளைகளிடப்பட்ட காகிதமும் அடங்கியிருந்தது. சில குறிப்பிட்ட ஊசிகள் காகிதத்தின் துளைகளினூடே புகுந்து கொக்கிகளை இயக்கின. இதன் தொடர்பாகக் கொக்கிகள் பாவு நூல்களை உயர்த்தி விரும்பப்படும் பாணியை உருவாக்கின. துளையில்லாத காகிதப் பகுதி, எஞ்சிய நூல்களையும் அவற்றுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள கொக்கிகளை பின்னுக்குத் தள்ளும். இதனால் இவற்றுக்கு ஒத்த நூல்கள் கீழே தங்கி விடுகின்றன. குறைவான ஊசிகளையே உள்ளடக்க முடிந்தமையாலும், காகிதத்தின் வலுவின்மையாலும், இம்முறை பெரிய அளவில் பயன்படுத்தப்படவில்லை.

1728 இல் ∴பால்கன் எனும் மற்றொரு ∴பிரான்ஸ் நாட்டவர் வரிசையாக ஊசிகளை அமைக்கும் முறையைக் கண்டுபிடித்தார். இதனால் மேலும் பல தொங்கும் கம்பிகளைப் (lingos) பயன்படுத்த முடிந்தது. குறுக்குத் தண்டுகளினால் (griffe) கொக்கிகள் தாங்கப்பட்டன. காகிதத்திற்குப் பதிலாக ஒவ்வொரு நாடாவையும் எதிர்பலிக்கும் அட்டைகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இயங்கு முறை தறிக்குப் பக்கவாட்டிற்குத் தள்ளப்பட்டாலும் இயக்குவதற்கு மற்றொருவரின் தேவை தொடர்ந்து இருந்து கொண்டிருந்தது. 1745 இல் ஜாக்கஸ் டி வாகன்சன் நூல் தேர்வு செய்யும் இயக்கத்தைத் தறிக்கு மேல் பகுதிக்கு உயர்த்தினார். எனினும், வெற்றி கிட்டவில்லை. 1801 இல் ஜோசப்-மேரி-ஜாக்கர்டு என்பார் ஒரு வழிமுறையை உருவாக்கிப் புதுமை செய்தார். அதற்கு முந்தைய கண்டு பிடிப்புகளில் உள்ள நல்ல தன்மைகளை இணைத்து ஒரு புதிய எந்திரத்தை உருவாக்கி, அதற்குத் தனி உரிமைப் பட்டயம் கோரிப் பெற்றார். ∴பால்கன் பயன்படுத்திய அட்டைகளில் போசனின் காகிதத்திலுள்ளமை போல் துளைகளிட்டு, ரெக்னிர் என்பாரின் பாணி தேர்வு செய்யும் முறையை இணைத்தார். வாகன்சனைப் பின்பற்றித் தறியின் உச்சியில் இயங்கு முறையை அமைத்தார். நெசவாளி மிதிகட்டையை இயக்கி, எந்திரத்தைச் செயல்படுத்துவதற்கு வழிசெய்தார். 1804 இல் ஜாக்கார்டுக்கு தங்கப் பதக்கத்தை வாங்கித் தந்த இக்கண்டுபிடிப்பு விசைத்தறியுடன் இணைப்பதற்கும் இசைவாக இருந்தது.

தொழிற் புரட்சியில் நெசவு வளர்ச்சி. பலவகைத் துணிகளை உருவாக்கும் பொருட்டு 18 ஆம் நூற்றாண்டில் எழுந்த கண்டுபிடிப்புகள் யாவும் ஒரு நெருக்கடியைத் தோற்றுவித்தன. பருத்தி, சணல், கம்பளி போன்ற அனைத்து இழைகளுமே மெல்ல இயங்கும் பழங்காலத்தில் நூற்புச் சக்கரத்திலேயே நூற்கப்பட வேண்டியிருந்தமையால், நூல் தட்டுப்பாடு தோன்றலாயிற்று. ஒரு நெசவாளியின் நூல் தேவையையோ, ஒரு நூற்பாளியின் நூல் தயாரிப்பு அளவையோ சரியாக அளவிட முடியவில்லை. ஏனெனில், இழைச் சிணுக்கு எண் கூடுதலான, சன்னமான நூல்களை நூற்பதும், நெய்தலும் நேரமும், தேர்ச்சித் திறமும் கூடுதலாகத் தேவைப்படும் செயல்முறைகளாயின. ஒரு நெசவாளியைத் தொடர்ந்து பணியாற்றுமாறு அறுதியிடுவதற்குச் சராசரியாக எட்டு நூற்பாளிகளின் உழைப்பு தேவைப்படும் என்னும் நிலை இருந்தமையால், நெசவுக்குத் தேவையான நூல் வழங்களில் அவ்வப்போது தட்டுப்பாடு ஏற்பட்டது. 1760 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் எழுதப்பட்ட சில குறிப்புகளிலிருந்து நூற்போரைத் தேடி நெசவுத் தொழிலாளர்கள் நீண்ட தொலைவு நடக்க வேண்டி இருந்ததாகவும் , ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட காலக் கெடுவிற்குள் துணியை நெய்ய வேண்டிய கட்டாயத்தினால் உயர் விலைக்கு நூலை வாங்க வேண்டிய கட்டாயம் எழுந்ததாகவும் தெரிய வருகிறது. அடிக்கடி தரம் குறைந்த நூல் நூற்கப்பட்டது ; இச்சூழ்நிலையில் இத்துறையைச் சார்ந்த பலரும் புதிய நூற்பு எந்திரத்தைக் கண்டுபிடிப்பதில் முனைந்தனர்.

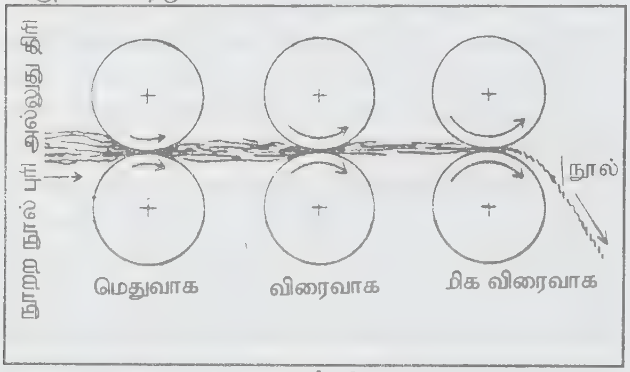
பட்டு வீசும் எந்திரங்களைப் பார்த்துப் பருத்தி, கம்பளி ஆகிய இழைகளையும் அதே முறையில் நூற்பதற்கு முயலலாம் என்னும் கருத்து ஒரு சிலருக்குத் தோன்றியிருக்கக்கூடும். தாமஸ் கோசட் என்பார் நீர் விசையினால் இயக்கப்படும் ஆலையை உருவாக்க முயன்று தோற்றார். சில ஆண்டுகளுக்குப் பின் லாம்ப் எனப் பெயர் கொண்ட இரு சகோதரர்கள் டெர்பியில் விசையால் இயக்கப்படும் நூற்பு எந்திரத்தை உருவாக்கினர். ஒரு பெரிய, வட்டவடிவமான சட்டத்தின் வெளிச் சுற்றின்மீது மூன்று அடுக்குகளாகப் பொருத்தப்பட்ட திருகு வட்டங்களும், நூற்புக் கதிர்களும் நீராற்றலினால் இயக்கப்பட்டன. பால், வயட் என்னும் இருவர் பருத்தியை நூற்பதற்கு முதன்முதலாக ஓர் எந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்தனர்; ஆனால், எதிர்பார்த்தபடி இதனை வெற்றிகரமாக இயக்க முடியவில்லை.

நூற்பு இராட்டினம் (spinning jenny). 1763 இல் ஜேம்ஸ் ஹார்க்ரீவஸ் தம் வீட்டில் தவறிக் கீழே விழுந்த நூற்பு இராட்டையை உற்று நோக்கினர். அது கீழே விழுந்த பிறகும் சில நிமிடங்கள் சுழன்று கொண்டே இருந்தது. நூற்பு எந்திரம் ஒன்றை உருவாக்க வேண்டும் என்னும் பேரவா அவருடைய மனத்தில் தோன்றியது. அதன் விளைவே அவருடைய கண்டுபிடிப்பான நூற்பு இராட்டினம் ஆகும். துணித் தொழிலில் இது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க பொறியாகும். இதன் அடிப்படைக் கொள்கையைப் புரிந்து கொள்வதற்கு முன் கை நூற்பைப் பற்றி அறிதல் தேவை. கை ராட்டையில் நூற்கும் போது, கை விரல்களுக்கும் நூற்புக் கதிருக்கும் 8 அல்லது 10 செ.மீ. இடைவெளி விட்டு அதில் நூற்காத இழைப்புரிகளை இருத்துவர். நூற்பவரின் கைவிரல்கள் உறுதியாக நூற்புக் கதிரிலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்ல, பஞ்சு நூலாக இழுக்கப்படுகிறது; அதே சமயத்தில் நூற்புக் கதிர் சுழற்றப்பட்டால், இழைகள் இழுக்கப்படும்போது ஒன்றிணைகின்றன. பஞ்சுத் திரி (roving) சன்னமான நூலாக இழுக்கப்படுகிறது ; ஏனெனில், முறுக்கேற்றம் மெலிந்த பகுதிகளை முதலில் சென்றடைந்து, அவற்றைப் பிணைக்கும் தடித்த பகுதிகள் தளர்வாக முறுக்கேற்றப்படுவதால், மேலும் இழுப்பதற்கு வாய்ப்புள்ளது. முறுக்கேற்றம் போதுமானதாக இல்லையெனில் நூல் அறுந்துவிடும்; விரைவாகவும், மிகையாகவும் முறுக்கேற்றத்திற்குட்படுத்தினால், இழைச் சிடுக்குத்தோன்றி, மேலும் மெலிதாக இழுத்தல் கடினமாகிவிடும்.

உரிய முறுக்கேற்றத்துடன் நூற்றல், கை நுட்பம் வாய்ந்த கலையாகக் கருதப்பட்டமையால், இச்செயலை எந்த அளவுக்கு எந்திரமயமாக்க முடியும் என்பது பற்றிக் கருத்து வேறுபாடுகள் நிலவின. நூற்புக்கு ஓர் எந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்த ஹார்கிரீவ்ஸ் முதன்மையானதொரு கைத்தொழிலை, ஆலைத் தொழிலாக்கினார். நூற்பவரை நோக்கிச் சற்றே சாய்ந்திருக்குமாறு நூற்புக் கதிரை ஒரு முனையில் நிறுவினார். நூற்பவரின் வலக் கையினால் இயக்கப்படும் ஒரு பெரிய சக்கரத்தினால் நூற்புக் கதிர் இயக்கப்பட்டது. நூற்பவரின் விரல்களுக்குப் பதிலாக மேலும் கீழும் நகரக்கூடிய மரப்பிடிப்பி அல்லது குளம்பை (clove) அமைத்தார். இதனால் 8 பஞ்சுக் கட்டுகளை ஒரே நேரத்தில் பிடித்திழுக்க முடியும். இடக்கை பிடிப்பியை நூற்கையில் பின்னுக்கு இழுத்து, சுற்றுகையில் முன்னுக்குத் தள்ளிச் செயல்புரிகிறது. நூல் நூற்புக் கதிரில் இடப்படுவதற்கு மிதிகட்டையால் இயக்கப்படும் வீழ்கம்பி (faller wire) பயன்படுகிறது.

ராட்டையில் மென்மையான, சிறிதளவே முறுக்கேறிய நூல் மட்டுமே நூற்கப்பட முடிந்தது. ஏனெனில், நூல் சுற்றப்படுகையில் நூற்புக் கதிரின் முனைகளுக்கும் பிடிப்பிக்கும் இடையே ஒரு சிறு நீள நூல் விடுபடுகிறது. பிடிப்பியின் மூலம் அடுத்த திரியை இழுக்கும்போது, நூலின்

முறுக்கம் திரியினுள் நுழைந்து விடும்; மிகையாக முறுக்கப்பட்டிருந்தால், திரியின் இழைகள் சிடுக்குற்று, இழுப்பதற்கு வகையற்றதாகிவிடும். இதன் விளைவாக இந்த ராட்டையில் நூற்கப்படும் நூல் ஊடுநூலாகப் பயன்படுத்து வதற்கு மட்டுமே ஏற்றதாயிற்று. 1770 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் இவ்வமைப்பின் நூற்புக் கதிர்கள் 16ஆக உயர்த்தப்பட்டன; சிறிது காலத்திற்குப் பின்பு 80 ஆகவும், 100 ஆகவும் உயர்த்தப்பட்டன. இவ்வெந்திரத்தைப் பயன்படுத்தும் ஒவ்வொரு நூற்பாளியாலும் சராசரியாக ஒரு நெசவாளிக்குத் தேவையான நூலை வழங்க முடிந்தது. மரத்தினாலான, அடக்கமான அமைப்பாதலால் நூற்போரிடையே இதற்கு உரிய வரவேற்பு இருந்தது. எனினும், இந்நூற்பு எந்திரத்தினால் நெசவாளர்களிடையே வேலையில்லாத் திண்டாட்டம் தோன்றக்கூடும் எனக் கருதிய உள்ளூர் மக்களின் சினத்திற்கு அஞ்சி ஹார்க்ரீவஸ் ஊரைவிட்டே ஓடிவிட்டார். நாட்டிங்ஹாம் சென்று அங்குப் பனியன் போன்ற வலைத் துணித் தயாரிப் போருக்கு நூல் வழங்குவதற்கென நூற்பாலையொன்றை நிறுவினார். இதற்கான தனியுரிமையை நிலைநாட்டிக்கொள்ள முடியாமல், ஏமாற்றமடைந்தவராக 1778 இல் காலமானார். ஹார்க்ரீவசின் கண்டுபிடிப்பு அவருடைய பொருளாதார நிலையை உயர்த்தவில்லையாயினும், பலருக்கும் பேருதவியாயிற்று.



படம் 3

நீர் விரை நூற்பு (water frame). 1769 இல் ரிச்சர்டு ஆர்க்ரைட் உருளைகளை உள்ளடக்கிய நூற்பு எந்திரமொன்றை (படம் 3) உருவாக்கினார். பஞ்சை இழுப்பதற்கு உருளைகளும், நூற்பதற்குவிரைவியங்கி தார்க்குழல்களும் (bobbins) கொண்ட இவ்வமைப்புக்கான அடிப்படைக் கருத்து ஆளிவிதை இழை நூற்புச் சக்கரத்தின் அடிப்படையில் அமைந்தது. நூல் இழைக்கும் உருளைகள் நான்கு இரட்டைகளாகப் பொருத்தப்பட்டன. கீழ்நிலை உருளைகள் யாவும் ஒரே பற்சக்கரத்தில் இணைக்கப்பட்டு ஒரே நேரத்தில் சுழலுமாறு பணிக்கப்பட்டன. இரண்டு உருளைகளும் நன்கு தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பொருட்டு ஒவ்வொரு மேல் நிலை உருளையிலும் ஒரு பளு தொங்கவிடப்பட்டது. மேல்நிலை உருளைகள் தோலினால் மூடப்பட்டும் கீழ்நிலை உருளைகள் உலோகத்தினாலானவையாகவும் அமைக்கப்பட்டன. பஞ்சுத்திரி நுழைவாயில் அமைந்த இரண்டு உருளைகளும் மெல்லச் சுழன்றன; அடுத்தடுத்த உருளைகளின் சுழல் வேகம் படிப்படியாக உயர்த்தப்பட்டு, இறுதிக் கட்ட உருளைகள் விரைவாகச் சுழல்கின்றன.

ஆர்க்ரைட் இவ்வெந்திரத்தை உருவாக்குவதற்கு ஜான்கே என்னும் கடிகாரத் தொழில்நுட்ப வினைஞரின் உதவியை நாடினார். உண்மையில் தாமஸ் ஹைஸ் என்பாரின் கண்டுபிடிப்புக்கு இரு முதன்மையான மாற்றங்களைச் செய்து, ஆர்க்ரைட் அவருடைய நூற்பு எந்திரத்தை உருவாக்கினார். நூற்கப்படும் இழைகளின் வெட்டிழை நீளத்திற்குத் தக்கவாறு அடுத்தடுத்த உருளைகளுக்கான இடைவெளியை அமைத் தமை முதல் திருத்தமாகும். உயர் நிலை உருளைகளின்மீது பளுவைத் தொங்கவிட்டு, மேல்நிலை-கீழ்நிலை உருளைகள் ஒன்றோடொன்று நன்கு அழுந்துமாறு செய்தமை இரண்டாம் திருத்தமாகும்.

1769 இல் ஆர்க்ரைட் மேலும் இருவருடன் சேர்ந்து குதிரையால் இயக்கப்பட்ட நூற்பாலையை அமைத்தார். இதைத் தொடர்ந்து நீர் விசையினால் இயக்கப்படும் நூற்பாலை தொடங்கப்பட்டது. இதன் காரணமாக இவ்வெந்திரம் நீர்விரை நூற்பு எந்திரம் (water frame) எனக் குறிக்கப்பட்டது. நூலின் உராய்வினால் தோன்றும் தார்க்குழலின் வேகத்தடையின் விளைவினால் இடைத் தர இழைச் சிணுக்கு எண்களைக் கொண்ட நன்கு முறுக்கேறிய நூலை மட்டுமே இந்நூற்பு எந்திரத்தினால் நூற்க இயலும். முரட்டுவகைத் துணிகளின் பாவு நூல்களைத் தயாரிப்பதற்கு இவ்வெந்திரம் தக்கதாயிற்று. முதன்முதலாக இங்கிலாந்தில் ஒரு துணியை முழுவதுமாகப் பருத்தியைக் கொண்டே நெய்யும் வழி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்கு முன்பாகப் பாவு நூல்கள் பெரும்பாலும் லினனால் நூற்கப்பட்டன. வீட்டில் தனி நெசவாளியின் உழைப்பினால் தயாரிக்கப்பட்டு வந்த நூலைவிட ஆர்க்ரைட்டின் எந்திரத்தினால் நூற்கப்பட்ட நூல் மலிவாக இருந்தமையால், அவருடைய எந்திரத்திற்கு உள்நாட்டிலும், வெளிநாடுகளிலும் அங்காடி மதிப்பு உயரலாயிற்று.

கோது பொறி அல்லது சிக்கெடுக்கம் பொறி. நீர்விசை நூற்பு அமைப்பில் தள்ளியைப் (cam) பொருத்தி தார்க்குழலின் மேல்கீழ் அசைவுக்கு வகை செய்யப்பட்டது. இந்நூற்பு எந்திரம் தொடர்ச்சியான இழையை நூற்பதற்கு எளிதாக ஒவ்வொரு நூற்புக் கதிருக்கும் தொடர்ச்சியாகப் பஞ்சுத் திரியும், அதற்கு முந்தைய கட்டத்தில் தொடர்ச்சியாகச் சிக்கெடுக்கப்பட்ட புரியும் (sliver) புகுத்தப்பட வேண்டியிருந்தது. மாற்றிக் கூறிடின், நூற்புச் செயல்

வரிசையில் ஒரு கட்டத்தை எந்திரமயமாக்கியமையால் மற்றக் கட்டங்களையும் எந்திரமயமாக்க வேண்டிய தேவை எழுந்தது. ஒரு கண்டுபிடிப்பின் உந்துதலினால் மற்றொரு கண்டுபிடிப்பு விரைவாக நிகழ்த்தப்பட்டது என்பது தொழிற் புரட்சிக்காலத்தின் ஓர் இயல்பாக இருந்தது. கோது பொறியில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மாற்றங்களும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவையே.

கோது பொறி முதன்முதலாக 1750 இல் மேம்படுத்தப்பட்டது. தாங்கித் தோலில் (leather backing) கம்பிகளைப் புகுத்துவதற்கான துளைகளையிடுவதற்கு ஓர் எந்திரம் உருவாக்கப்பட்டது. பெரிய அட்டைகள் புகுத்தப்பட்டன. கீழ்நிலை அட்டை ஒரு மேசை மீது பொருத்தப்பட்டது : மேல்நிலை அட்டையைக் கம்பிகளையும் எடைகளையும் கொண்டு தொங்கவிடுதல் ஒரு திருத்தமாகும். போர்ன் என்பாரால் உரிமைப் பட்டயம் கோரிப் பெறப்பட்ட கோது பொறியில் இழைகள் ஓர் உருளையிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்பட்டன. இவ்வுருளைகள் சிக்கெடுக்கும் அட்டைகளால் மூடப்பட்டன. எந்திரத்தில் வெளியீடாக வரும் இழைகளைக் கையினால் எடுக்கும் முறையைப் போர்னின் திருத்தம் பதிலீடு செய்யவில்லை.

1775 இல் ஆர்க்ரைட் கோது பொறியின் சிக்கல் தீர்வு கண்டு அதற்குத் தனியுரிமைச் சான்றும் பெற்றார். கோது பொறியின் செயல்முறைக் கட்டங்கள் யாவற்றையும் புதுமையாக்கும் நோக்கத்துடன் 10 வெவ்வேறு எந்திரங் களின் கருத்துப்படிமங்களுக்கு உரிமைப் பட்டயம் கோரிப் பெற்றார். இவற்றுள் சில அவராலேயே பயன்படுத்தப் படவில்லை. ஆர்க்ரைட் ஒரு மேசை மீது பஞ்சைச் சீராகப் பரப்பி, துணியுடன் பஞ்சுப் படுகையையும் சேர்த்து உருளையாகச் சுற்றினார். இவ்வுருளையின் திறப்பினால் வெளிவரும் இழைகள் கோது பொறியில் சிறிது சிறிதாக இடப்பட்டன.

தொடர்ச்சியாக இழைபுரியைப் பெறுவதற்கு, உருளைகளின் முழுப் பரப்பையும் குருக்கத்தி முனைபோன்ற சிறு முட்கம்பிகளால் நிரப்பினார் ஆர்க்ரைட். பெரிய உருளையின் மேற்பரப்பில் சிறு உருளைகள் பலவும் அமைக்கப்பட்டன. பின்பு, இச்சிறிய உருளைகள் தட்டையான அட்டைகளால் பதிலீடு செய்யப்பட்டன. பெரிய உருளையினின்றும் மாறுபட்ட விரைவில் சுழலும் ஒரு சிறு உருளை தடுப்பு உருளை (doffer) என்னும் பெயரில் சுழற்றப்படுகிறது. ஒரு மாற்றியையும், சீப்பையும் கொண்டு தடுப்பு உருளையிலிருந்து பஞ்சை அகற்றுகின்றனர். சிலந்தி வலையைப் (gossamer web) போல் வெளிவரும் பஞ்சு ஒரே உருளையாக இரண்டு உருளைகளுக்கு இடையே செலுத்தப்பட்டு டப்பாவில் புகுத்தப்படுகிறது.

இழைவு அமைப்பு (drawing frame). கோது பொறியிலிருந்து வெளிவரும் இழைபுரியில் பல குறைபாடுகள் உள்ளன. உருளைகளுக்கிடையில் செலுத்துவதற்கு இயலாத அளவுக்குத் தடிமனுடன் இவ்விழைபுரி உள்ளது. எனவே இவ்விழைகள் இழைவு அமைப்பில் செலுத்தப்பட்டு மெலிதாக்கப்படுகின்றன. 4 - 6 இழைபுரிகள் வரை ஓர் உருளை வழியே செலுத்தப்பட்டு இழுக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு புரியும் 4 அல்லது 6 மடங்கு நீளமாக வெளிவருகிறது. எந்திரத்தில் செலுத்தத்தக்க அளவுக்கு மெல்லிய இழை புரியை ஆர்க்ரைட்டினால் தயாரிக்க முடியவில்லை. எனினும், நெசவுத் தொழில் சாதனை யாளர்களுள் பெரும் செல்வம் ஈட்டிய மிகச் சிலருள் ஆர்க்ரைட்டும் ஒருவராவார். 1792 இல் அவர் இறக்கும் தறுவாயில் அவருடைய வெற்றியைக் கண்டு பலரும் இத்தொழிலில் விரும்பி ஈடுபட்டிருந்தனர்.

நூற்புக் குதிரை (spinning mule). 1779இல் கிராம்ப்டன் என்னும் நெசவாளி ஹார்க்ரீவ்சின் நூற்பு ராட்டினத்தின் கொள்கைளையும், ஆர்க்ரைட்டின் நீர்விசை அமைப்பின் கொள்கையையும் இணைத்து நூற்புக் குதிரையை உருவாக்கினார். ஒரு சட்டத்தின் மீது பொருத்தப்பட்ட இழைவு உருளைகளிலிருந்து விலகிச் செல்லும் ஓர் ஊர்தியின் மீது நூற்புக் கதிர் ஏற்றப்பட்டது. உருளைகளும் நூற்புக் கதிரும் சுற்றுதல், ஊர்தி நகருதல் ஆகியவை ஒரே சமயத்தில் நிகழ்கின்றன. ஊர்தி இறுதி நிலையை அடைவதற்கு முன்பாகவே உருளைகளிலிருந்து பஞ்சு வருவது நின்றுவிடுகிறது. இதன் விளைவாக நூல் இழுவைக்குட்படுத்தப்பட்டுச் சீராக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் முறுக்கம் அளிக்கப்பட்டு இழைகள் ஒருங்கிணைக்கப் படுகின்றன. மிக விரைவிலேயே ஏனைய நெசவாளியை விடச் சன்னமான நூல்களைக் கிராம்படனால் நூற்க முடிந்தது. ஊர்தியை இழுவை உருளைகளை நோக்கித் திரும்பச் செலுத்தி நூலைச் சுற்றலாம். கிராம்ப்டனின் முதல் நூற்பு எந்திரத்தில் 48 நூற்புக் கதிர்கள் இடம் பெற்றன. நெசவாளர்களின் வலியுறுத்தலால் கிராம்ப்டன் தம் நூற்புக் குதிரையை ஏறத்தாழ 60 பவுண்டு கட்டணத்திற்குப் பரிமாற்றமாக ஆக்கிக் காண்பித்தார். 1812 இல் அவருடைய கண்டுபிடிப்புக்காக இங்கிலாந்தின் நாடாளுமன்றம் அவருக்கு 5000 பவுண்டுகளை வழங்கியது என்றாலும், தன்னுரிமைப் பட்டயம் பெறத் தவறியமையால் 1827 இல் வறுமையில் வாடி இறந்தார்.

பிற கண்டுபிடிப்புகள் (cube). விசை நுழைவு மேற்கூறிய மூன்று நூற்புத் துறைக் கண்டுபிடிப்புகளுக்கும் தொடர்புள்ள மற்றத் துறைகளில் முன்னேற்றங்கள் தோன்றாதிருந்தால் நெசவுத் தொழில் புரட்சியைத் தோற்றுவித்திருக்க முடியாது. நீர் விசை அமைப்புகள் இவ்விசையினால் இயக்கப்பட வேண்டிய ஆலைகளை இயக்குவதற்கும் போதுமான எண்ணிக்கையில் இருந்திரா. 1783 இல் ஆர்க்ரைட் முதன்முதலாக நெசவுத் துறையில் நீராவிப் பொறியைப் பயன்படுத்தினார். 1785 இல் ஜேம்ஸ் வாட் அவருடைய கண்டுபிடிப்பான சுழல் வகை நீராவிப்

பொறியைக் கொண்டு ராபின்சன் என்பாரின் நூற்பாலைக்கு விசைத்திறன் அளித்தார். இந்த 7.5 kw பொறி பின்பு கையாளப்பட்ட பல்லாயிரம் பொறிகளுக்கு முன்னோடியாகத் திகழ்ந்தது. 1900 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் நூற்பாலைகள் 2250 kw திறன் கொண்ட பொறிகளினால் இயக்கப்பட்டன. பிற துறைகளைப் போன்றே நெசவுத் தொழிலும் நீர் விசையிலிருந்து, நீராவி விசை வழியே மின்னிசைப் பயன்படத் தொடங்கியது.

ஆர்க்ரைட் நூற்பு முறையும் நூற்புக் குதிரையும் முழுதும் பருத்தியினாலான துணியைத் தயாரிப்பதற்கு வழிவகுத்தன. இதன் விளைவாக நன்கு நிறுவப்பட்ட கம்பளித் தொழிலின் ஏற்றுமதியைப் பருத்தித் துணி ஏற்றுமதி மிஞ்சியது. பருத்தி நூல் தயாரிப்பு நிறுவனங்களுக்குப் போதிய பஞ்சை வழங்க இயலாமற் போயிற்று. எனவே, முதலில் மேற்கிந்தியத் தீவுகளிலும், பின்பு வட அமெரிக்காவின் தென் பகுதிகளிலும் பருத்திச் செடிகள் கூடுதல் நிலப்பரப்பில் பயிரிடப்படலாயின. 1790 - 1810 இல் அமெரிக்காவில் பண்படாப் பருத்தித் தயாரிப்பு ஏறத்தாழ 60 மடங்கு உயர்ந்தது. 1861 இல் அமெரிக்க உள்நாட்டுப்போர் நடந்தபோது அமெரிக்காவில் நீக்ரோ அடிமைகளின் உழைப்பில் வளர்க்கப்பட்ட தோட்டங்கள் உலகத் தேவையில் $\frac{5}{6}$ பங்கை நிரப்பின. பெரும்பாலான பருத்தியை இங்கிலாந்து ஆலைகள் வாங்கிக் கொண்டன. ஏறக்குறைய 4 லட்சம் மெட்ரிக் டன் பருத்தி, நிலத்திலிருந்து ஆலைக்குச் செல்ல முடிந்ததென்றால் அதற்கு முதன்மைக் காரணம் விதை நீக்குவதற்கான புதிய உத்தியினை கண்டுபிடித்ததே ஆகும். எலி விட்னி கண்டு பிடித்த விதை நீக்கி எந்திரத்தில் வட்ட வடிவமான, சிறு ரம்பங்கள் விதை நீக்கத்தை விரைவாக்கின. எவ்வளவு சிறிய வெட்டிழையையும் விதைநீக்கம் செய்யவல்ல இவ்வெந் திரத்தின் உதவியால் தூய பருத்தி மிகுதியாகக் கிடைத்தது.

விசைத் தறிகள். 1785-1804 ஆம் ஆண்டுகளில் ஏறத்தாழ 2400 விசைத் தறிகள் இங்கிலாந்தில் நிறுவப்பட்டன.

சீர்செய்தல். பல நூற்றாண்டுகளாகப் பருத்தித் துணியை நீர்மோரில் நனைத்து, வெட்டவெளியில் வெயிலில் உலர்த்துதல் மரபுவழி நிற நீக்கும் செயலாக இருந்தது. இதனால் தர ஏற்றத்தாழ்வுகள் மிகுந்திருந்தன; தேவையை நிரப்பும் அளவுக்குப் போதிய விரைவு இல்லை. 1785 இல் பெர்தலாட் என்னும் ஃபிரஞ்சு வேதியியலார் குளோரின் வளிமத்தைப் பொட்டாஷ் கரைசலில் செலுத்தி, புதியதொரு வலிமைமிக்க நிறநீக்கக் கரைசலைத் தயாரித்தார். இச்செயல்முறையை அவர் ஜேம்ஸ் வாட்டுக்கு விவரிக்க, அவர் சார்லஸ் டெணன்ட் என்பாருக்குக் கூற, டெணன்ட் பொட்டாஷுக்கு மாற்றாகச் சுண்ணாம்பைப் பயன்படுத்தி மேம்படுத்தினார். 1799 இல் சார்லஸ் டெனன்ட் உலர்ந்த குளோரின் வளிமத்தைத் திண்மச் சுண்ணாம்பின்மீது செலுத்திச் சலவைத் தூளைத் தயாரித்தார். வெளுக்கும் தூள் (bleaching powder) இன்றிப் பருத்தித் தொழில் இவ்வாறு விரிவடைந்திருக்க முடியாது.

இக்காலகட்டத்தில் துணிக்குச் சாயமிடுதலிலும், துணியின் மீது அச்சிடுதலிலும் பல முன்னேற்றங்கள் தோன்றின. வண்ணத்திற்கு ஒன்றாக 1 சதுர அடி கையச்சுப் படிவம் பயன்படுத்தப்பட்டமைக்குப் பதிலாகப் பெல் என்பாரின் கண்டுபிடிப்பான, சுழல் உருளைகளால் இயக்கப்படும் காலிகோ துணி அச்சு எந்திரம் பயன்படலாயிற்று.

19, 20 ஆம் நூற்றாண்டுகளில் நெசவுத் துறை வளர்ச்சி. 1800 ஆம் ஆண்டு வரை பருத்தியை முதல் கட்டத் தூய்மையாக்கல் (opening) மேசையின் மீது பஞ்சைப் பரப்பித் தடிகளினால் அடித்தல் நிகழ்த்தப்பட்டது. மோட்டா வகை stalics பஞ்சை சீர் செய்வதற்கு டெவில் அல்லது வில்லோ என்னும் எந்திரம் ஸ்ட்ரட்ஸ் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. முள் வெளிப்பரப்பினால் அமைந்த ஓர் உருளை (drum) முள் உட்பரப்பினாலான உறைக்குள் சுழற்றப்பட்டது. முள்களினால் குத்திக் கிழிக்கப்பட்ட பஞ்சுப் பொதி தளர்த்தப்பட்டுத் தூசுப் பொருள்கள் கீழே விழுந்தன. இதே கொள்கையின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்ட எந்திரங்கள் இன்றுவரை பொதிகளைத் திறப்பதற்கும், கழிவுப் பஞ்சை மறுசுழற்சிக்குத் தக்கதாகச் செய்வதற்கும் பயன்பட்டு வருகின்றன. மக்காச்சோளத்தின் கதிரடிக்கும் எந்திரத்தின் மாதிரியில் ஸ்னாட்கிராஸ் என்பார் ஒரு கோது கருவியை உருவாக்கினார். அடிப்பிகள் பஞ்சை விதைகளிலிருந்தும், தூசிகளிலிருந்தும் பிரித்தன; கனமான தூசுப்பொருள் கீழே அமைந்த கம்பி உருளையில் வீழ்ந்தது; பஞ்சு அழுத்தக் காற்றினால் கருவியின் மறுமுனைக்கு அடித்துச் செல்லப்பட்டது.

சிக்கெடுக்கும் கருவியின் அடிப்படை அமைப்பு மாறவில்லையாயினும், அதன் திறப்பாட்டை உயர்த்துவதற்குப் பல்வேறு வழிமுறைகள் ஆராயப்பட்டுள்ளன. முதன்மையான உருளைக்கு மேல் பயனாகி வந்த சிறு உருளைகள் தட்டையான அட்டைகளினால் பதிலீடு செய்யப்பட்டன. ஒரு நாளைக்கு இரு முறை இவ்வட்டைகளைத் தூய்மை செய்வதற்குப் பதிலாக, இவற்றை முடிவிலா நகரும் சங்கலிச் சுற்றாக அமைத்து, கருவியின் முனையை அடைகையில் துருசுகளால் தூய்மைப்படுத்தும் வழக்கம் உருவாயிற்று. பின்பு பெரிய உருளைகள் உலோக மென்தகடுகளினால் போர்த்தப்பட்டன. இது நீளமான கூட்டு ரம்பத்தினால் சுற்றப்படுதலைப் போன்று தோற்றமளிக்கும். ஆர்க்ரைட்டின் மாற்றி-வாரியினால் (crank

and camh) ஈடுகொடுக்க முடியாத அளவுக்குச் சிக்கெடுக்கும் விரைவு இவ்வெந்திரத்தினால் பெரிதும் கூடியது. கம்பளித் தொழிலில் கோது கருவிகள் 20 மீட்டருக்குமேல் நீளமானவையாகவும் 3 அல்லது 4 முதன்மை உருளைகளை வரிசையாகக் கொண்டவையாகவும் இருக்கும்.

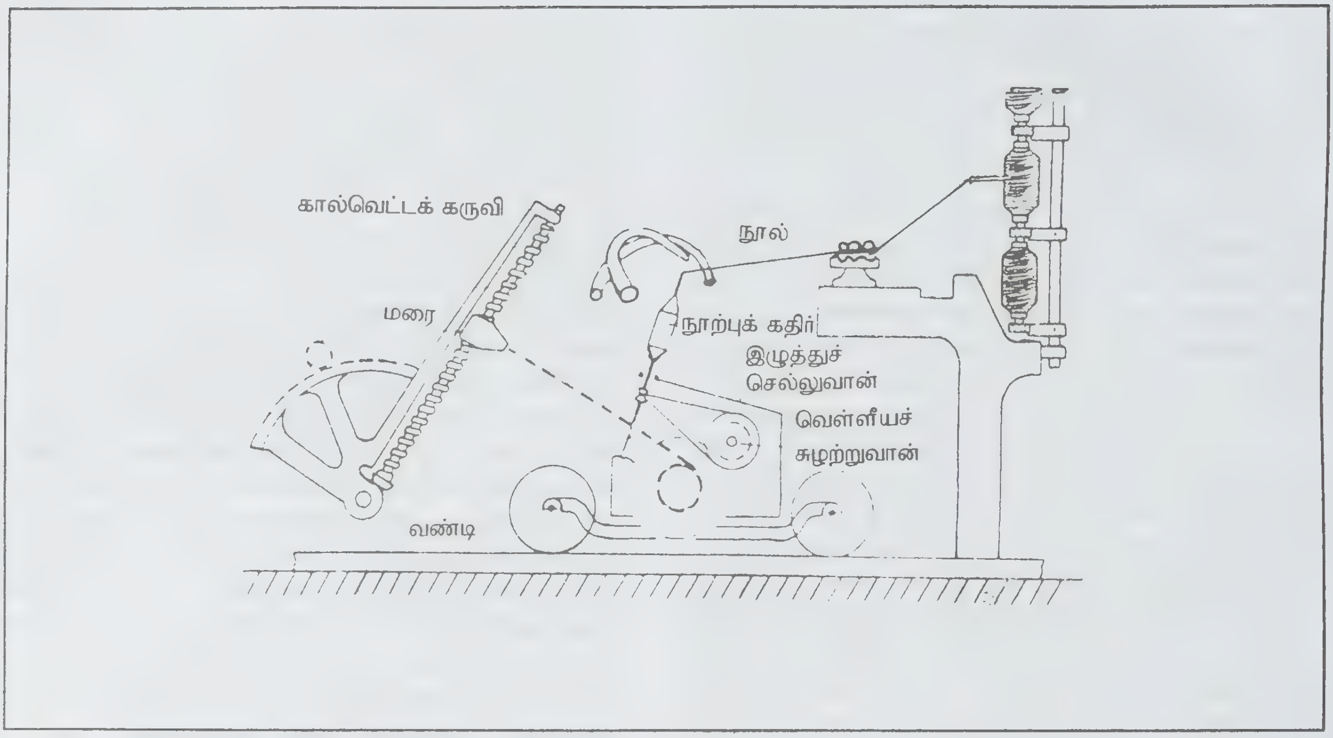
குவிப்புக் கோது கருவி. 1822 இல் கோல்டிங் சிக்கெடுக்கப்பட்ட வலையை நீளவாக்கில் தனித்தனித் துண்டுகளாகப் பிரித்தார். இதற்கென வெளியேற்று உருளையை ஊசிமுனைக் கம்பி பதித்த அட்டைகளாலும், எளிமையான வளையங்களாலும் மாற்றி மாற்றிச் சுற்ற வேண்டும். இத்துண்டுகள் சற்றே முறுக்கப்பட்டு முடிச்சுகளாக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் தார்க்குழல்களில் சுற்றப்படுவதற்கு முன்பாக இழை ஒருங்கிணைப்பு உறுதி செய்யப்படுகிறது. அகற்றுருளையிலிருந்து இழைகளை எடுத்துப் பக்கவாட்டில் அசையும் இரு தோல் பட்டைகளுக்கிடையே செலுத்தி முறுக்கப்படுகிறது.

தானியங்கி நூற்புக் குதிரை (self acting mule). 1800 ஆம் ஆண்டில் இரு பருத்தி நூற்பு முறைகள் தோன்றலாயின. இவற்றுள் ஒன்றில் கோது கருவியிலிருந்து வெளிவரும் பட்டைப் பஞ்சை நூற்பு அமைப்புக்குள் இடவேண்டும். நூற்புக் குதிரைக்குப் பலரும் பலவகை முன்னேற்றங்களைப் புகுத்தி 1790 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் இவ்வமைப்பின் ஊர்தியில் 150 நூற்புக் கதிர்கள் இடம் பெறுமாறு செய்தனர். இவ்வெந்திரத்தை உடலுழைப்பால் இயக்குவதற்கு மிகுந்த வலிமை தேவைப்பட்டது. சரியான இழுவிசையுடன் நூற்கண்டில் பருத்தியை ஒரே சீராகச் சுற்றுதல் தேர்ச்சித்திறன் மிகுந்த செயலாக இருந்து வந்தது. கம்பு வடிவிலான நூற்கண்டின் (மெல்ல) மாறும் குறுக்களவுக்கு ஈடு செய்யும் வகையில் சரியான வேகத்துடன் ஊர்தி செலுத்தப்பட வேண்டும். மேலும், நூற்புக் கதிரும் கூம்புகின்ற (tapering) அமைப்புடையதாகையால், கண்டு சுற்றப்படும்போது ஒவ்வொரு சுற்றிலும் நூலின் அளவு குறைந்து கொண்டே போகும். ஓர் எதிர்வீழ் அமைப்பின் சேர்க்கையால் சீரான இழுவையை நிலைநிறுத்தலாம் என்றாலும், விரை நாடாவில் சுழன்று கொள்ளாமல் கண்டிலிருந்து பிரிந்து வரக்கூடிய வகையில் கண்டின் வடிவத்தை அமைத்தல் எளிதன்று.

ஒரு நூற்புத் தொழிலாளி பல நூற்புக் கதிர்களை இயக்குவதற்கு வசதியாக நூற்புக் குதிரையை விசையால் இயக்குதல் வில்லியம் கெல்லி என்பாரால் செய்யப்பட்டது. எனினும், நூல் சுற்றுதல் கையாலேயே செய்யப்பட்டு வந்தது. அறுந்த முனைகளை ஒன்று சேர்ப்பதற்குச் சிறுவர்கள் பணிக்கப்பட்டனர். 1800 இல் பகுதி விசை நூற்புக் குதிரைகள் ஏறத்தாழ 400 நூற்புக் கதிர்களைக் கொண்டிருந்தன.

1825 இல் நூற்புத் தொழிலாளர்கள் வேலை நிறுத்தம் செய்தபோது ரிச்சர்டு ராபர்ட்ஸ் என்பவர் நூற்புக் குதிரையை முழுமையாகத் தானியங்கி அமைப்பாக மாற்ற முயன்றார். கண்டு சுற்றும் சிக்கலுக்கு 1830 இல் அவருடைய கால்வட்டக் கருவியைக் (quadrant) கொண்டு தீர்வு கண்டார். ஒவ்வோர் இழுவைக்குப் பின்பும் ஒரே நீள நூலே சுற்றப்பட வேண்டியுள்ளது என்பதனை அறிந்த அவர் ஊர்தியின் இயக்கத்தினால் நூற்புக் கதிர்களைச் சுழலச் செய்தார். கால்வட்ட நெம்புகோலில் மேலும் கீழுமாக நூல் சுற்றும் சங்கலியை நகர்த்தி, நூற்புக் கதிர்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றலாம். நூற்புக் கதிரின் கூம்பு வடிவுக்கு ஈடு செய்வதற்கு எதிர்வீழ் கம்பிகளை இயக்கித் தானே திருத்திக் கொள்ளும் வழிமுறைகளை வகுத்தார். பின்பு, நுனிப்படி (nosing) அசைவுகளைத் தோற்றுவித்து, மிகச் சன்னமான நூல்களை நூற்பதற்கு வழிவகுத்தார். மேலும், இயக்கித் தண்டைச் சேர்த்து நாடா ஓட்டத்தை மாற்றி, பல்வேறு ஊடிணைப் பற்சக்கர இழுவைக்கு உட்செலுத்தியும், வெளியேற்றியும் இயக்கினார். படம் 4 தானே இயங்கும் நூற்பு அமைப்பின் முதன்மையான பகுதிகளைக் காட்டுகிறது. பல்வேறு வகை நூல்களுக்குத் தக்கவாறு பல்வேறு வகை நூற்பு அமைப்புகள் தானியங்கி வகையில் உருவாக்கப்பட்டன. நடுத்தர இழைச் சிணுக்கு எண்களைக் கொண்ட பருத்தி நூல்களை நூற்கவல்ல அமைப்புகள் சில 40மீ. நீளமும் 1000 நூற்புக்கதிர் அடக்கமும் பெற்றிருந்தன. இவ்வெந்திரங்களுள் பல 1974 இல் மறைந்து விட்டன. தற்போது இவ்வெந்திரங்கள் அருங்காட்சியகங்களில் மட்டுமே இடம் பெற்றுள்ளன. ஏனெனில், இவை மிக மெல்ல இயங்கும் அமைப்புகளாகும்; மேலும் இவற்றை இயக்குவதற்குத் தேர்ச்சிபெற்ற நூற்பாளிகள் தேவை.

திரிச் சட்டம் (roving frame). 1800 இல் அறிமுகமாகிய இம்முறையில் பட்டைப் பஞ்சு உருளை வரிசையொன்றினூடே இழுக்கப்பட்டு, தார்க்குழலில் சுற்றப்படுவதற்கு முன்பாக விரைவியங்கிக்குப் (flyer) புகுத்தப்படுகிறது. தார்க்குழலின் உராய்வினால் திரிநூல் அறுந்துவிடுவதால், தார்க்குழலும், நூற்புக் கதிரும் பல்சக்கரங்களால் இயக்கப்பட்டன. தார்க்குழல் மீது நூல் சுற்றப்படுகையில் அதன் விட்டம் கூடிக்கொண்டே போனாலும், நூல் கற்றல் ஒரே சீரான விரைவில் நடத்தப்பட வேண்டியுள்ளது. உருளைகளிலிருந்து நூல் வழங்கல் எப்போதும் ஒரே சீரான விரைவில் நடப்பதால், தார்க்குழலின் நூல் சுற்றளவு கூடக்கூட அதன் சுழற்சி வேகம் குறைதல் வேண்டும். இல்லையெனில், தார்க்குழல் நிரம்ப, நிரம்பத் திரி மெலிந்து கொண்டே போகும். படிப்படியான பல முன்னேற்றங்களுக்குப் பின்பு இரு கூம்பு வடிவிலான கம்பிகளைக் கொண்டு இயக்கும் முறை திரிச் சட்டத்தைச் செம்மையாக்க உதவியது.



படம் 4

வாருதல் (combing). மணிக்கம்பளி நூற்புக்கு முந்தைய கட்டமாக வாருதல் இன்றியமையாதது. கம்பளி இழைகள் சிடுக்கு அகற்றப்பட்டு நேராக்கப்படுவதுடன், சிறு இழைகள் முழுதும் நீக்கவும் படுகின்றன. இதன் பின்பு இழைகள் பட்டுப் போன்ற மென்மையான நூல் நூற்பதற்கு ஏற்றவாறு சமச்சீர்மையுடன் தோற்றமளிக்கின்றன. எட்மண்டு காட்ரைட், ஹீல்மன், நாஸ்மித், டானிஸ்த்ரோப், லிஸ்டர் எனப் பலரும் புதுப்புது வாருதல் முறைகளைக் கண்டுபிடித்தனர். ஒவ்வோர் எந்திரமும் ஒவ்வொரு வகைக் கம்பளிக்கு மட்டுமே ஏற்றதாக இருந்தது.

செவுள் பெட்டிகள். நீளமான இழைகளை செய்வதற்கு, இழைகள் யாவற்றிலும் நீளமான இழையின் நீளத்திற்கு ஒத்தாற்போல் உருளைகளுக்கிடைப்பட்ட இடைவெளி அமைய வேண்டும். இழைகள் தாங்கப்படாத நிலையில் இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே பரந்த இடைவெளி தோன்றுகிறது. நீளத்தில் மாறுபாடு தோன்றினால், இழுவை சீராக இராது. இதனைத் தவிர்ப்பதற்குத் தாம்சன் 1801இல் கண்டுபிடித்த முறை உதவியது. ஆளிவிதை இழையைத் தூய்மையாக்க இம்முறையைப் பயன்படுத்தினர். தொடர்ச்சியான பட்டையின்மீது செங்குத்தான ஊசிகளைப் பொருத்தி அவற்றினூடே நூலைச் செலுத்துவர். பட்டை, சுழலச் சுழல நீளமான நூல் ஊசிகளின் வழியே இழுக்கப்பட்ட உருளைகளுக்கு இட்டுச் செல்லப்படுகிறது; குட்டையான நூல் தடுக்கப்படுகிறது. மணிக் கம்பளி, சணல் போன்ற பல்வேறு இழைகளுக்குத் தக்கவாறு செவுள் பெட்டிகளில் மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டன.

1912 இல் ஸ்பெயின் நாட்டில் ஃபெர்னான்டோ காசாப்ளாங்கோ என்பவர் நடுத்தர நீளமான இழைகளுக் கென்று ஓர் இழுவை முறையை உருவாக்கினார். இழுவைப் பகுதியில் இழைகள் இரு துணிகளினால் (aprous) ஒன்றிணைகின்றன. இதனால் பஞ்சுத் திரிகள் விரைவாகவும், சமச்சீருடனும் மெல்லியவைாகின்றன சாக்கோ - லோவெல் எனும் செயல்முறை இழைபுரியின் சமச்சீர்மையை உறுதி செய்கிறது. மாற்றங்கள் ஏதேனும் தோன்றுமாயின், இவ்வமைப்பின் மூலம் உருளைகளின் சுழல் வேகமும் மாற்றப்பட்டு, இயக்கம் சீராக்கப்படுகிறது. காசாப்ளாங்கோ அமைப்புடன் இதனை இணைத்துப் பயன்படுத்தும்போது, இடைநிலைத் திரிச் சட்டங்கள் தேவையற்றவையாகின்றன.

நூற்புக் கதிர் மற்றும் வளையச் சட்டங்கள்

இது வார்ப்பிரும்புச் சட்டத்தையும், பல்சக்கர அமைப்பையும் கொண்டது. இவ்வலிமைக்கு அமைப்பில்

அனைத்து உருளைகளையும் நூற்புக் கதிர்களையும் இயக்குவதற்கு ஒரு கோவை போதுமானது.

1830 இல் ஒரு புதிய நூற்பு எந்திரம் உருவாக்கப்பட்டது. வளையச் சட்டம் எனும் இம்முறையில் இழுவை உருளைகள் மாறவில்லை; விரைவியங்கிகளுக்குப் (flyer) பதிலாக வளையத்தில் சுற்றிவரும் சிறு பயணி (traveller) பயனாகிறது. தார்க்குழலுக்கு பதிலாக நூற்புக் கதிரின் உராய்வினால் நிறுத்தப்படும் குழாய் நிறுவப்படுகிறது. உருளையைவிட்டுப் பயணி வழியே செல்கையில் சுற்றப்படுகின்றன. பயணியின் எடையும். வளையத்தின்மீது அதன் உராய்வும் நூற்புக் கதிரின் வேகத்திற்குக் குறைவான வேகத்துடன் சுழலச் செய்வதால் நூல் சுற்றுதல் திகழ்கிறது. வளையங்களைத் தாங்கும் தண்டவாளம் மேலும் கீழும் அசைந்து கண்டு சுற்றலைப் பிழையின்றி நிகழ்த்துகிறது.

தொடக்கத்தில் வளையச் சட்டங்களில் சன்னமற்ற நூல்களை மட்டுமே நூற்க முடிந்தது. பல திருத்தங்களுக்குப் பின் இம்முறை பலவகை இழைச் சிணுக்குளுக்கும் ஏற்றதாயிற்று, இறுதியாக, நூற்புக் குதிரையை வழக்கொழியச் செய்கிறது. 1960 ஆண்டு வாக்கில் வளையச் சட்ட வழிமுறை துணித் தொழில் மைய இடத்தைப் பெற்றது.

திறந்த முனை நூற்பு (open end spinning). 1970 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் வளையச் சட்ட முறையை இம்முறை பதிலீடு செய்தது. பழைய முறைகளில் நூற்கப்படும் நூலில் முறுக்கேற்றுவதற்குச் சிப்பம் முழுதையும் சுற்ற வேண்டியதாயிற்று. சிப்பத்தின் எடை கூடக்கூட, விரைவு குறைந்தது. இதனால் சிப்பத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டியதாயிற்று. முதன் முதலாக வணிக அளவில் திறந்த முனை நூற்பைப் புகுத்தியவர்கள் செக்கோஸ்லோவே கியர்களாவர். தனித்தனி இழைகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட திரி ஒரு காற்றோட்டத்தினால் கிண்ண வடிவிலான சுழலின் உட்பரப்பில் திரட்டப்படுகிறது. இறுதிப்பகுதியில் ஒரு சிறு துளையைக் கொண்ட இச்சுழலி நிமிடத்திற்கு 30,000 - 60,000 சுழற்சிகள் என்னும் விரைவில் சுழலுகிறது. சுழலியின் காடியிலிருந்து இழை அடுக்குகள் அகற்றப்பட்டு, துளைவழியே இழுக்கப்படும்போது சுழலியினால் முறுக்கேற்றப்படும். பின்பு தார்க்குழலில் சுற்றப்படுகிறது. இவ்வழிமுறையினால் தயாரிப்பு வேகம் மிகவும் உயர்த்தப்பட்டது.

1964 -இல் ரெப்கோ தன் - முறுக்கேற்ற எந்திரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஓர் இரட்டைத் திரி இழுக்கப்பட்டு இரு துணிகளுக்கிடையே செலுத்தப்பட்டு மாறு முறுக்கு (false twist) அளிக்கப்படுகிறது. ஒரு திரி நேராகச் செல்லுகையில் மற்றொன்று வழிப்படுத்தியைச் சுற்றிச் செல்கிறது. இவை இரண்டும் சந்திக்கும்போது எதிரெதிர்த் திசைகளில் முறுக்கப்படுகின்றன. இழைகள் முறுக்கேற்றம் அடைய முற்படுகையில் இணைந்து ஒற்றை, தளர் முறுகேற்றம் கொண்ட நூலாகின்றன. இது பின்னல் வகைத் துணிகளுக்கு ஏற்றது.

கஞ்சியிடல் (sizing). பருத்தி வகைப் பாவு நூல்களுக்குப் போதுமான வலிமையும் விரவுத்தன்மையும் அளிப்பதற்குக் கஞ்சியிடல் இன்றியமையாதது. இல்லையெனில் தரியில் தோன்றும் உராய்வுகளுக்கு நூலினால் ஈடு கொடுக்க முடியாது. கைத்தறியில் கஞ்சியிடல் இரு கட்டடங்களாக நிகழ்த்தப்படுகிறது. சரியான நீளத்திற்கு வெட்டப்பட்ட நூல் கஞ்சியிடப்பட்டுச் சில மணி நேரங்கள் கொதிக்க வைக்கப்படுகிறது. தறியிலிருக்கும்போது பாவு நூலின் சில பகுதிகளில் மீண்டும் கஞ்சியிடப்பட்டு, உலர்ந்த பின்பு நெய்யப்படுகிறது. நெசவுக்கான காலத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கைக் கஞ்சியிடல் எடுத்துக்கொள்கிறது. இதனால் நெய்தல் தொடர்ச்சியாக நிகழ்த்தப்படுவதில்லை.

விசைத் தறியைப் பொறுத்தவரை கஞ்சியிடல் முடிந்தபிறகே பாவு நூல் தறிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. வில்லியம் ராட்கிளிப் என்பவர் 1804 இல் கஞ்சியிடலுக்காக ஓர் எந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்தார். கஞ்சியிடப்பட்ட நூலை உலர்த்துவதற்கு முதலில் காற்றும், பின்பு நீராவியால் சூடுபடுத்தப்பட்ட உலர்த்தும் அறைகளும் பயனாயின. இதனால் விசைத்தறியில் தொடர்ச்சியாக நெசவு செய்தல் உறுதி செய்யப்பட்டது.

விசைத்தறி. விசைத்தறியின் அடிப்படை இயக்கக் கொள்கை எளிதேயாயினும், அதைச் சரியாக இயங்குமாறு பணிக்கப் புகுத்தவேண்டிய திருத்தங்கள் கூடுதலானவை. எடுத்துக்காட்டாக, அதன் பெட்டியிலிருந்து தெறித்து வெளிவராமல் விரை நாடா தடுக்கப்பட வேண்டும். ஊடு செலுத்துவதற்கான மர ஆணியைத் தக்க நேரத்தில் விடுவிப்பதால் சிக்கல் தீரும். விசைத்தறியில் தோல் தாங்கு பட்டைகளையும், வில்கம்பிகளையும் பயன்படுத்தி இதே விளைவைத் தோற்றவிக்கலாம். பாவுப் பகுதியில் விரை நாடா சிக்கிவிட்டால், பண்ணை அடிக்கப்படுகையில் விரைநாடா பாவு நூல்களுக்கிடையே புகுந்து அவற்றை அறுக்கிறது. சில அமைப்புகளில் தளர்ந்த பண்ணையமைப்புப் பொருத்தப்படுகிறது. ஏதாவது தடையைச் சந்திக்க நேரிட்டால் இப்பண்ணை அடிக்காமல் திரும்பும். எவ்வாறாயினும், பாவு மற்றும் ஊடு நூல்கள் பாதிக்கப்படாதவாறு தறியின் இயக்கத்தை நிறுத்துவதற்கு ஒரு வழிமுறை இன்றியமையாதது. இதனைச் செயல்படுவதற்குப் பல

வழிமுறைகள் ஆராயப்பட்டன. விரைவுநாடா அதன் பெட்டியில் நுழையத் தவறினால் தறியின் இயக்கம் நின்றுபோகுமாறும், பண்ணையை மாற்றியின் துணையுடன் இயக்கியும் திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டன.

பேட்டுப் பெட்டி (dobby), விழு பெட்டியின் எந்திர இயக்கம் ஆகியவற்றினால் விசைத்தறியின் செயல்திறன் கூடியது. பல வகைப் பாணிகளை நெய்யவல்ல, கணிப்பொறியினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வழிமுறை தற்போது செயல்படுத்தப்படுகிறது.

தானியங்கு தறி (automatic loom). மரபு வழி லங்காஷயர் தறியில் ஒவ்வொரு முறையும் ஊடுநூல் தீர்ந்துவிடும்போது தார்க்குச்சியைப் புதிதாக மாற்றுவதற்காக நெசவை நிறுத்திவைக்க வேண்டிவரும். 1894- இல் நார்த் ராப் என்பவர் ஊடுநூல் சிப்பம் தீர்ந்தவுடன் தானாக மாற்றப்படும் வழிமுறையைக் கண்டுபிடித்தார். பெட்டியின் விரை நாடா நுழையும்போதெல்லாம், பெட்டியிலுள்ள ஒரு துளை வழியே ஓர் உணர்வான் (feeler) நுழைகிறது. ஊடு நூல் தார்க்குச்சியிலிருந்து விடுபட, விடுபட உணர்வான் மேலும் மேலும் முன்னேறி, தார்க்குச்சியில் நூல் தீர்ந்துவிடும் தறுவாயில் அதனைக் கீழே தள்ளி, புதிதாக நிரப்பப்பட்ட தார்க்குச்சியை இருக்கையில் அமர்த்துமாறு ஓர் இயக்கத்தை முடுக்குகிறது. பாவு, ஊடு நூல்கள் அறும்போது சரி செய்தலும், தார்க்குச்சிகளை, ஆயத்த நிலையில் வைத்திருத்தலும் மட்டுமே நெசவாளி செய்ய வேண்டி பணிகள் என்னும் நிலை உருவாகியது. ஒரேயொரு வகை ஊடு நூலை மட்டுமே நெய்யக்கூடியதாகையால், நார்த்ராப் தறி இங்கிலாந்தில் பெரிய அளவில் வரவேற்கப்படவில்லை. 1909 இல் அமெரிக்காவில் 200,000 தறிகள் இயங்கியபோது, பிரிட்டனில் 8000 தறிகள் மட்டுமே இருந்தன. இத்தறிகளை மேற்பார்வையிடும் நெச வாளர்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைப்பதற்கு 1957 -இல் Unfil Winder என்னும் முறை புகுத்தப்பட்டது. ஒரு தறிக்கு 300 தார்க்குச்சிகள் என்னும் நிலையிலிருந்து 12 தார்க் குச்சிகள் போதுமானவை என்னும் நிலைக்கு இதனால் வர முடிந்தது. ஒரு குறிப்பிட்ட தருணத்தில் 6 தார்க்குச்சிகள் மட்டுமே நிரம்பியிருக்கும். காலியானவை எஞ்சிய ஊடை நூல் முழுதும் அகற்றப்பட்டு மீண்டும் மறு சுற்றுக்காக மேல் பகுதிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

விரை நாடாக்கள் பொருந்திய தறியின் ஒரு புறத்திலிருந்து 8.75 செ.மீ. நீளமுள்ள தோட்டா ஒன்று செலுத்தப்படுகிறது. இத்தோட்டா கூம்பிய நூற்றாண்டிலிருந்து நூலை எடுத்துப் புணி வழியே சென்று ஊடு நூலை விடுவிக்கிறது; பின்பு பழைய இருக்கைக்குத் திரும்பி விடுகிறது. பெரும் எண்ணிக்கையில் தோட்டாக்களைப் பயன் படுத்தி நெசவு வேகத்தை உயர்த்தலாம். ஸ்விட்சர்லாந்தில் முதன்முதல் உருவாக்கப்பட இச்செயல்முறையில் நிமிடத்திற்கு 300 ஊடுகள் செலுத்தப்படுகின்றன; மரபு வழி லங்காயர் தரியிலோ நிமிடத்திற்கு 120 ஊடுகளே செலுத்தப்படும். ஊடிக் முனைகள் வார்ப்பில் மடிக்கப்பட்டுக் கரை உருவாக்கப்படுகிறது. 1950-இல் (வணிக அளவில்) ஒரு 7 நிற ஊடு. இயந்திரமும், 1955-இல் இரு நிற அமைப்பும், 1959இல் நான்கு நிற அமைப்பும் தயாரிக்கப்பட்டன. 1969-இல் 20,000க்கும் மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் இத்தறிகள் விற்பனையாயின. எனினும், அவற்றின் தயாரிப்பில் தேவைப்பட நுண்மையினால் அடக்கவிலை மிகவும் கூடுதலாக இருந்தது.

கூர்வாள் தறி எனப்படும் தறி 1945இல் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. ஊடு நூலைத் தறியின் ஒரு புறமிருந்து மையப்பகுதிக்கு ஒரு கூர் வாளும் (sword shick or rapier) அங்கிருந்து மற்றொரு புறத்திற்கு மற்றொரு கூர்வாளும் எடுத்துச் செல்கின்றன. இதற்குப் பின்பு வந்த தறியமைப்பில் காற்றுத் தாரைகளோ நீர்த் தாரைகளோ பயன்படுத்தப்பட்டன. 1954 இல் மாக்ஸ் பாபோ என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட காற்றுத் தாரைத் தறி மிக விரைவாகச் செயல்படக்கூடியது. செக்கோஸ்லோவேகியத் தயாரிப்பான நீர்த் தாரை தறி ஈரத்தினால் பாதிக்கப்படாத தொகுப்பு இழைகளுக்கு மட்டுமே ஏற்றது.

சூரியகாந்திப் பட்டு, துவாலை மற்றும் தரைவிரிப்பு நெய்தல். அடுக்காகவோ, கண்ணிகளாகவோ துணி நெய்தல் நீண்ட வரலாறு கொண்டது, மத்திய கிழக்கில் இன்றும் செங்குத்துத் தறியில் தரை விரிப்பு நெய்தல் வழக்கிலுள்ளது. பெண்டிர் அல்லது சிறாரினால் பாவு நூல்களில் வண்ணக் கம்பளி முடிச்சிடப்பட்டு அடுக்குத் தயாரிக்கப்படுகிறது. இதனைச் சமச்சீராகக் கத்தரித்துத் தரைவிரிப்பாக்கலாம். மரபு வழியில் வெல்வெட் நெசவில் பாவு நூல்கள் இருவகையாக அறியப்பட்டன. அடிப்பாவு நூல், அடுக்குப் பாவு நூல் இரண்டினையும் இணைத்து ஈரடுக்குத் தயாரித்து, பின்பு இரண்டு அடுக்குகளையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பிரித்தல் தற்போதைய முறையாகும்.

துருக்கித் துவாலைத் தயாரிப்பும் வெல்வெட் தயாரிப்பைப் போன்றதே; இரு பாவுகள் உள்ளன. பண்ணையை இரு நிலைகளில் நிறுத்தி ஊடு அடிக்கலாம். பண்ணையைப் பின் நிறுத்தி இரண்டு ஊடு தண்டுகள் புகுத்தப்படுகின்றன. பின்பு பண்ணையை முன்பக்கம் கொணர்ந்து, ஊடு பாவு மீது செலுத்துவர். அடிப்பாவு இறுக்கமாகப் பிடிக்கப்பட்டு அதன் மீது ஊடு நூல் சரிகிறது;அடுக்குப் பாவு ஊடு நூலுடன் நகர்ந்து

கண்ணிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. அடுத்த மூன்று ஊடுகளுக்குப் பின்பு வளையங்கள் கீழ்நோக்கித் தள்ளப்படுகின்றன. இதனால் துணியின் இருபுறமும் அடுக்குகள் உருவாக்க வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

1850 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் பெரிய, சிக்கலான எந்திரங்களால் தரை விரிப்பு நெய்தல் செய்யப்பட்டது. ஓர் அமைப்பில் ஒவ்வொரு கொத்துக்கும் ஒரு தார்க்குழல் இருக்கும். தக்க பாணியைத் துணியில் உருவாக்கும் பொருட்டு ஒவ்வொரு தார்க்குழலிலும் தக்க நிறமுடையதோர் ஊடுநூல் சுற்றப்பட்டிருக்கும். முதலில் வில்டன் தரைவிரிப்புகளும், பின்பு அக்ஸ்மின்சிடர் தரைவிரிப்புகளும் விசைத் தறிகளில் தயாரிக்கப்பட்டன.

பின்னல் எந்திரங்கள். முதன்முதலில் தோன்றிய பின்னல் எந்திரத்தில் ஒரே ஒரு நூல்பயன்பபடுத்தப்பட்டது. 1775- இல் நாட்டிங்காம்ஷயரில் பாவுப் பின்னல் தொடக்கப்பட்டது. 1791-ல் வில்லியம் டாசன் என்பார் பின்னலில் பாணிகளைத் தேர்வு செய்வதற்காக ஒரு தள்ளியைப் பயன்படுத்தினார். 1816 இல் புருனல் ஒரு வட்ட வடிவப் பின்னல் எந்திரத்தைத் தயாரித்தார். 1847 -இல் டௌஸ்சன்ட் விலா எலும்புப் பின்னல் முறையை வகுத்தார். 1855-இல் இது எந்திரத்தால் நிகழ்த்தப்பட்டது.

பின்னல் துறையின் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் 1856 இல் டௌன்சென்ட் கண்டுபிடித்த தாழ்ப்பாள் ஊசி (latch needle) ஆகும். இன்று கணிப்பொறியின் துணைகொண்டு நிமிடத்திற்கு 6 மில்லியன் தையல்கள் என்னும் விரைவில் பின்னல் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளது.

சரிகை மற்றும் காலணி மற்றும் நாடாத் தயாரிப்பு. ஜான் ஹித் கோட் 1809 இல் சரிகைத் தயாரிப்புக்கு வேலை நுட்பம் வாய்ந்ததோர் எந்திரத்தை உருவாக்கினார்.

1813இல் ஜான் லீவர்ஸ் என்பவர் இதனை மேம்படுத்தி ஒரேயொரு தார்க்குழலைப் பயன்படுத்தும் உத்தியை ஏற்படுத்தினார். 1833 -இல் இவ்வெந்திரத்தில் சாக்கார்டு இயங்குமுறை புகுத்தப்பட்டுப் பலவகைப் பாணியில் பின்னப்படலாயின. கையினால் பின்னப்படும் எந்தச் சிக்கலான கோலத்தையும் எந்திரத்தினால் தயாரிக்கலாம் என்னும் நிலை ஏற்பட்டவுடன் பலரும் சன்னல் திரைகளுக்கு இவ்வேலைப்பாடுமிக்க துணிகளைப் பயன்படுத்தலாயினர்.

தையல் எந்திரங்கள். தையல் எந்திரக் கண்டுபிடிப்பு துணித் தொழிலில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றத்தைத் தோற்றுவித்தது. நீடித்து உழைக்கக்கூடிய நுகர் பொருள்களுள் தையல் எந்திரம் முதன்மையானதாகும். அமெரிக்காவில் மாசாசூசெட்ஸ் (மாசாசெட்ஸ்) எனும் மாநிலத்தில் பாஸ்டன் எனும் நகரில் சிங்கர் என்பார் 1851 இல் தயாரித்த தையல் எந்திர முறை இன்றுவரை பயன்பட்டு வருகிறது. 1861 இல் காலணித் தயாரிப்பில் தையல் எந்திரம் பயன்படலாயிற்று.

சீர்செய்தல் முறைகளும், தொகுப்பு இழைகளும். சார்லஸ் மக்கின்டாஷ் என்னும் வேதிப்பொருள் தயாரிப்பாளர் ரப்பர்களுக்குப் பெட்ரோலிய வாலைவடித்தல் பொருளான நா∴ப்தா சிறந்த கரைப்பான் எனக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வுண்மையைப் பயன்படுத்தி ஒரு குழைவனத்தைத் தயாரித்தத் துணியின் மீது பூசினார். இதனால் துணியின்மீது ரப்பர் பூச்சு அளிக்கப்பட்டது. இவ்வாறு பூசப்பட்ட இரு துணிகளை ரப்பர் பூச்சு ஒன்றோடொன்று ஒட்டுமாறு பிணைத்தால் நீர் விலக்கும் துணியொன்றைப் பெறலாம் எனத் தெரிய வந்தது.

மாக்கின்டாஷ் என்னும் மழைக்கோட்டுத் துணி 1824இல் மான்செஸ்ட ரில் முதன்முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்டது. சூடாக்கப்பட்ட இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே அமுக்கப் பட்டுச் (calendering) சீர்செய்யும் முறையின்படி இச்செயல் முறை 1849 இல் மேம்படுத்தப்பட்டு விரைவுப்படுத்தப்பட்டது.

துணி இழைகளை வேதிப் பொருள்களால் பூசித் தோற்றத்தை உயர்த்தலாம் என்று அறியப்பட்டவுடன், 1840 இல் ஜான் மெர்சர் என்பவர் பருத்தி இழைகளை எரிகாரத்துடன் வினைப்படுத்தினால் இழைகள் மீள்தன்மை கூடியவை யாகவும் எளிதில் சாயமேற்றத் தக்கவையாகவும் ஆவதுடன், இழுவிசையில் இருக்கும் போது பளபளப்புக் கூடியவை யாகவும் தோன்றுகிறது. 1890 க்குப் பிறகு கார வினையாக்கப் பட்ட பஞ்சு வணிக அளவில் சிறந்த சீர்செய்தல் முறையாக ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டது. அம்மோனியா கலந்த தாமிர உப்புக் கரைசலில் பஞ்சைக் கரைக்க இயலும் என்னும் உண்மை யையும் மெர்சரே கண்டுபிடித்தார். பின்பு, இது செயற்கைப் பட்டுத் தயாரிப்பில் பயன்பட்டது. சாயமிடப் படுவதற்கு முன்பாகச் சில உலோக உப்புகளால் திருத்தப் படும் பட்டு பளபளப்பாகவும், எடை கூடியவையாகவும் உள்ளதென 1857இல் அறியப்பட்டது.

1930 இல் மனிதனுக்குக் கிட்டிய துணி வகைகளின் வரம்பு, தொகுப்பு இழைக் கண்டுபிடிப்பால் விரிவடைந்தது. 1879-இல் ஜோசப் ஸ்வான் என்பார் கனல் ஒளிர்வு வகை மின் விளக்குப் பற்றி ஆராய்கையில் அவ்விளக்குகளின் இழைகளுக்குக் கரியாக்கப்பட்ட காரவினையூக்கம் செய்யப் பட்ட பருத்தி நூல்களைப் பயன்படுத்தினார். பின்பு இதே இழைக்காக அசெட்டிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்பட்ட நைட்ரோ

செல்லுலோசைப் பிழிந்து வார்த்துப் பயன்படுத்தினார். இவ்விழை பட்டைப் போன்று பளபளப்பாக உள் ளமையை அறிந்து, அது துணியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதற்கான வாய்ப்புகளைப் பற்றி எண்ணலானார். அவர் தயாரித்ததுதான் உலகிலேயே முதன்முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்ட செயற்கைப் பட்டாகும்.

1892 இல் கிராஸ் என்பவரும் பெவான் என்பவரும் செல்லுலோஸ் இழைகளை எரிகாரத்துடனும் கார்பன் டை சல்பைடுடனும் வினைப்படுத்தி விஸ்கோஸ் என்னும் நீர்மத்தைத் தயாரித்தனர். இதனைக் கந்தக அமிலத்தில் நுண் துளை முகப்பு வழியே பீச்சி ரேயான் இழைகளை உருவாக்கினர். முதல் உலகப் பெரும்போருக்கு முன்பாக ரேயான் தயாரிப்புக்கான பிற முறைகளும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. நைலான் 66 என்னும் தொகுப்பு இழையை 1937-ல் காரோதார்ஸ் முதன்முதலாகக் கண்டுபிடித்தார். உருக்கு நூற்பு (melt spinniing) என்னும் வழிமுறை நைலான் நூல் தயாரிப்பினால் புகழ் பெற்றது. டிக்கின்சன், வின்ஃபீல்டு ஆகிய இருவரும் 1941 இல் பாலிஎஸ்டராகிய டெரிலீனைக் கண்டுபிடித்தனர். பட்டையும் பருத்தியையும் ஒத்த தொகுப்பு இழைகளைத் தயாரித்தமை போன்று, கம்பளியை ஒத்த தொகுப்பு இழையான அக்ரிலிக் இழை உருவாக்கப்பட்டது.

இணைப்புகள் (fastenings). தோல் வாரினாலான வளையங்களும் மரம், எலும்பு, கொம்பு ஆகியவற்றினாலான பித்தான்களும் தொன்றுதொட்டு இணைப்புகளாகப் பயன்பட்டு வந்துள்ளன. சிந்து நதிச் சமவெளி நாகரிகத்தில் பித்தான் இணைப்பாகப் பயன்படுத்தப்படாமல் அணிகலன்களாகப் பயன்பட்டமைக்கான சான்றுகள் உள்ளன. கிளிஞ்சல், முத்துச்சிப்பி, கண்ணாடி, பல்வேறு உலோகங்கள் எனப் பல்வேறு கால கட்டங்களில் பொருள்கள் பயனாயின.சில பித்தளைத் தட்டும் சிறு தண்டும் கொண்ட துணிப் பித்தான் 20 ஆம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் சிறந்து விளங்கியது.

கொக்கிப் பித்தான் (hook and eye fastening). இது பண்டைய ரோமாபுரியிலேயே போர்வீரர்களின் தோலினாலான மார்புக் கவசங்களை இணைப்பதற்குப் பயன்பட்டது. வணிக அளவில் இப்பித்தான் தொடங்கியது. 1791 ஆம் ஆண்டுத் தயாரிக்கப்பட்டது.

அழுத்திப் பிணைக்கும் வகை 1863 இல் லூயிஸ் ஹான்னர்ட் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1885 இல் பாயர் இதில் ஒரு வில் சுருளையும் சேர்த்து உரிமைப் பட்டயம் பெற்றார். வாய்ப்புற விளிம்புகளில் உலோகப் பற்களால் திறந்து மூடும் அமைப்பு (zip) தற்போது பெரிய அளவில் பயன்பட்டு வருகிறது. இதனை முன்னும் பின்னும் இழுக்கக்கூடிய ஒரு நாக்கினால் திறக்கலாம். 1896 இல் ஜட்சன் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இக்கருவி காலணிகளை மூடுவதற்குப் பயன்பட்டது. 1954 இல் ஜார்ஜ் மெஸ்ட்ரல் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அழுத்தி மூடும் நைலான் வகை இணைப்பிகள் இன்று மேலை நாடுகளில் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

ஏறத்தாழ 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே சீனாவில் குடை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அது ஒரு தகுதிக் குறியீடாகக் கருதப்பட்டது. மூங்கில் பிரம்புச் சட்டத்தில் சிறகுகளும் இலைகளும் பரப்பப்பட்ட இவ்வமைப்பு வெயிலிலிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கு மட்டுமே பயன்பட்டது. 18 ஆம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் ஃபிரெஞ்சு நாட்டவர் நீர் விலக்குப் பூச்சு அளிக்கப்பட்ட துணியைக் குடைத் தயாரிப்பில் பயன்படுத்தினர். இதற்கு முன்பாக 1600 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் இத்தாலியில் தோல், குடைத் துணியாகப் பயனாகியது. குடையை முதன்முதலாகப் பயன்படுத்திய ஆங்கிலேயர் என்னும் பெருமை ஜான் ஹான்வே என்பாரைச் சாரும். ஒரு காலத்தில் ஆடவர் குடையைப் பயன்படுத்துதல் அநாகரீகமாகக் கருதப்பட்டதும் உண்டு. 1790 இல் குடைத் தயாரிப்புப் பெரும் அளவு இருந்தது. குடையின் இன்றைய வடிவம் 1874 இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணி அச்சடிப்பு

நூலிலிருந்து துணியைத் தயாரிக்கும் போது அழகான கோலங்களை உருவாக்கலாம். சாதாரண நெசவில் உருவாக்கப்படும் கட்ட அமைப்பு, கூடை நெசவின் எளிய மாற்றங்கள், இருபடை நெசவின் குறுக்குவிட்ட நயங்கள், சாட்டின் (satin) நெசவின் பளபளப்பு ஆகியன துணிகளுக்கு எழிலூட்டுகின்றன. மூன்றாம் பரிமாணத்தில் நிகழ்த்தப்படும் அடுக்கு நெசவு, வலையமைவு தரும் அணைவு (lappet) நெசவு, ஜேக்கார்டு நெசவின் நுண்ணிய விளைவு, பின்னல் ஆகியன மேலும் அழகு தரும் பாணிகளை அமைக்க உதவுகின்றன. துணிச் சீர்செய்தல் முறைகளான துருத்திய உருவமைத்தல் (embossing) எழிலான சுருக்கங்கள் அமைத்தல் (crinkled appearance) ஆகியனவும் புதுப் பாணிகளைப் பதிக்கப் பயன்படுகின்றன. சீர்செய்தல் முறைகளுள் சாயமிடல் தொன்மையானதும் முதன்மையா னதுமாகும். ஏனெனில், துணிகளின் தோற்றத்திற்கு வண்ணமே அடிப்படையாகிறது. சாயமிடலைவிடத் துணியின் மீது வண்ணக் கோலங்களை அச்சிடல் மேலும் பொலிவு சேர்க்கும்.

சாயமேற்றப்பட்ட துணிகளில், குறிப்பாக லேசான துணிகளில் (sheers) இருபுறமும் சாயம் இருக்கும். மாறாக, அச்சிடப்பட்ட துணிகளில் அச்சிடப்பட்ட பாணி அல்லது கோலம் அச்சிடப்பட்ட பக்கத்தில் மிகத் தெளிவாகவும், மறு பக்கத்தில் தெரியாமலும் இருக்கும்.

அச்சிடலுக்குத் தெரித்தெடுக்கப்படும் சாயங்கள். தொட்டிச் சாயங்கள், வினைபுரி சாயங்கள், நன்கு சிதறும் சாயங்கள் (disperse dyes), நா·ப்தால் சாயங்கள் ஆகியன துணிமீது அச்சிடுவதற்குத் தக்கனவாக அறியப்பட்டுள்ளன. நிறமிகள் எனும் வகை,சாயமாக வகையிட முடியாததா யினும், அச்சிடலில் பெருமளவு பயனாகின்றன. இவ்வண்ணங் கள் சில ரெசின்களுடன் துணிகளின் மீது இடப்படும் போதோ சலவை செய்யும்போதோ நிற நீக்கம் ஆவதில்லை. வெளிர் மற்றும் ஓரளவு அடர்த்தியான நிறங்களுக்கு இந்நிறப் பொருள்கள் மிகவும் ஏற்றவை. ஆனால் மீ அடர் நிறங்களுக்கு (dark shades) இவை பயன்படா; ஏனெனில், இவை துணியால் உறிஞ்சப் படுவதில்லை.

பருத்தித் துணிகளின்மீது அச்சிடுவதற்கு வினைபுரி சாயங்களும், தொட்டிச் சாயங்களும் பயன்படுகின்றன. மலிவு அச்சிடல் முறையில் வண்ணத்தை டார்டார் வாந்தி தூண்டி, டானிக் அமிலம் ஆகியவறுடன் கலந்து பயன்படுத்தலாம். பட்டு, அமில வகை வண்ணங்களைக் கொண்டு அச்சிடப்படுகிறது. கம்பளி, அமில மற்றும் குரோமியச் சாயங்களால் அச்சிடப்படுகிறது. இதற்கு முன்பாகக் கம்பளியைக் குளோரினேற்றம் செய்தால் வண்ணங்கள் நன்கு பதிவதுடன், சுருக்கமும் ஏற்படுவதில்லை. தொகுப்பு இழைகளாலான துணிகள் சிதறல் வகை, நேர் மின்னேற்ற வகைச் சாயங்களால் அச்சிடப்படுகின்றன.

அச்சிடல் முறைகள். துணியின் மீது அச்சிடல் மூன்று அடிப்படை அணுகு முறைகளின் மீது அமைந்துள்ளது. அவை நேரடி முறை, நிற இறக்க முறை (discharge method), தடை (resist) முறை என்பனவாகும்.

நேரடி அச்சிடல் (direct printing). இதுவே நன்கு அறிமுகமான, பெரும்பாலான தொழிலகங்களில் பயனாகும் முறை. இதனை வெள்ளைத் துணியின் மீதோ, முன்பே சாயந்தோய்க்கப்பட்ட துணியின் மீதோ நிகழ்த்தலாம். பின்னால் கூறப்பட்ட முறை மேலாக அச்சிடல் (over printing) எனப்படும். துணியின் மீது நிறப்பொருள் ஒரு பசை வடிவில் பூசப்படுகிறது. சாயத்தை நீரில் கரைதது, கஞ்சி சேர்த்துக் கெட்டியாக்குவர். தற்போது கடற்பாசியிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் அல்ஜினேட்டுகளும், கோந்துப் பொருள் களும் கெட்டியாக பயனாகின்றன. கோந்துப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால் வண்ண ஊன்றுகை நிலைத்துக் காணப்படுகிறது.

நிற இறக்க முறை. துணிக்குச் சாயமேற்றிப் பின்பு தக்க வேதிப் பொருளைப் பயன்படுத்தித் தேவையான அல்லது தேவையற்ற இடங்களில் மட்டும் நிற நீக்கம் செய்தலே இம்முறையின் அடிப்படை நோக்கமாகும். அடி நிறம் நீக்கப்பட்ட பகுதிகளில் மற்றொரு நிறத்தை அச்சிடவும் செய்யலாம். ஆனால், பொதுவாக, நிற நீக்கம் செய்யப்பட்ட பகுதி வெண்மையாகவே இருத்தப்பட்டு, மொத்த கோலமும் எடுப்பாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. இம்முறை வழக் கொழிந்து வருகிறது.

தடை அச்சிடல். வெளுக்கப்பட்ட துணிகளின் மீது சாயத்தால் பாதிக்கப்படாத, ஊடுருவப்படாத, சாயத்துடன் ஒட்டாத கோந்துப்பூச்சு விரும்பப்படும் பாணியில் அளிக்கப்படுகிறது. பின்பு தனி சாயத்தில் தோய்க்கப்படும் போது, கோந்துப் பூச்சு இராத பகுதிகளில் மட்டும் துணி, சாயத்தை ஏற்கிறது. பிற பகுதிகள் சாயத்தால் பாதிப்புறுவதில்லை. இப்போது சாயத் தடைப் பூச்சு அகற்றப்படுகிறது. ஓர் அடர் வண்ணப் பின்னணியில் வெள்ளை உருவமோ, வெள்ளை நிறத் துணிப் பின்னணியில் வண்ண உருவமோ பளிச்சிடுகின்றன.

கீழ்க்காணும் விரிவான வழிமுறைகள் மேலே கூறப்பட்ட அணுகுமுறைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

படிவ அச்சிடல் (block printing). கையினால் நடத்தப்படும் இவ்வச்சிடல் முறை மிகப் பழைய முறையாகும். விரைவாகச் செயலாக்க முடியாதாகையால் பெரும் எண்ணிக்கையில் குறைந்த செலவில் அச்சிட இயலாது. கைத்தொழில் மேம்பாடு, அறைகலன் உறைத் தயாரிப்பு ஆகிய காரணிகளினால் இம்முறை தற்போதும் வழக்கிலுள்ளது. இம்முறையில் , முதலில் தேவைப்படும் வடிவமைப்பை (design) ஓர் உலோகம் அல்லது மரத் துண்டின் மீது செதுக்க வேண்டும். செதுக்கப்பட்ட பகுதியின் மீது சாயப் பசையைப் பூச வேண்டும். துணியின் மீது தேவைப்பட்ட இடங்களில் படிவ அச்சை அழுத்த வேண்டும். ஒரே கோலத்தில் பல வண்ணங்கள் தேவைப்படின், ஒவ்வொரு கூடுதல் வண்ணத்திற்கும் ஒரு கூடுதல் அச்சு செதுக்கப்பட வேண்டும். மாறுபட்ட வண்ணங்களிலான கோலப் பகுதிகள் தனித்தனியே கையினால் பதிக்கப்பட வேண்டும். வண்ணங்களின் எண்ணிக்கை கூடுவதால் கோலத்தின் அழகு, செலவு, ஆக்கவிலை ஆகியன கூடும். கையினால் பதிக்கப்படும் அச்சுகள் ஒரே வகையாக இருக்க முடியாதாகையால் எளிதில் அடையாளம் காணலாம்.

உருளை வழி அச்சிடல் (roller printing). இவ்வெந்திர முறையில் விரும்பப்படும் பாணியில் செதுக்கப் பட்ட உலோக உருளைகள் பயனாகின்றன. வண்ணக் கோலங்களைக் கொண்ட துணிகளை மணிக்கு 915-3660 மீ. எனும் விரைவில் தயாரிக்கலாம். கைவேலையாக அச்சிடுதலைவிட இது உழைப்புச் செலவு குறைவானது. தாமிர உருளைகளில் விருப்பமான வடிவமைப்பைச் செதுக்கிடுதல் முதல் கட்டமாகும். கைவழி அச்சிடலைப் போன்றே இங்கும் ஒவ்வொரு நிறத்திற்கும் ஓர் உலோக உருளையின் (வடிவத்தின்) ஒரு பகுதி செதுக்கப்பட்டுப் பயன்படுகிறது. துணி ஒரு பெரிய விரிப்புப் படலமாக நகர்ந்துகொண்டே செல்கையில் அதன்மீது படுமாறு உலோக உருளைகள் சுழலுகின்றன. ஒவ்வொரு சுழற்சிக்கும் ஒரு பதிப்பு ஏற்படுகிறது. துணி நகர நகர ஒரே பாணி, துணியின் பரப்பில் வரிசை வரிசையாகப் பதிக்கப்படுகிறது.

முன்னர் ஒவ்வோர் உருளைக்குமான வடிவமைப்புகள் ஒரு குத்தூசி யைக் கொண்டு கையினால் செதுக்கப்பட்டு வந்தன. இதனை ஒரு சிற்பியைக் கொண்டு தாமிர உருளைகளுக்கு மாற்றினர். இன்று இச்செயல் பாண்டோகிராப் (pantograph) முறை வாயிலாக நடத்தப்படுகிறது. வடிவத்தின் ஒவ்வொரு நிறத்திற்கும் தனித்தனியே வினையூக்கப்பட்ட (sensitised) தாமிரத் தகடுகளின் மீது நிறப் பூச்சு அளிக்கப்படுகிறது. பின்பு செதுக்கும் கலைஞர் அவ் வடிவத்தின் வெளிக்கோட்டைத் (outline) தகடின் மீது பாண்டோகிரா.'.ப்பின் ஒரு முள்ளைக் கொண்டு எழுதுவார்; அதே நேரம் இக்கருவியின் வைர ஊசியிலான மற்றொரு முள் தாமிர உருளையின் (உருள்பட) பகுதியில் வடிவத்தைத் துல்லியமாகச் செதுக்கும். அடுத்து, வண்ண அச்சடிப்பை ஏற்கவிருக்கும் பகுதிகளை ஒரு வினையுறா வேதிப்பொருளால் பூச வேண்டும். பின்பு, உருளையை அமிலப் பாதிப்புக்குட்டுபடுத்தும் போது, வேதிப்பொருள் பாதுகாப்புக்குட்படாத பகுதிகள் அளிக்கப்படும். இவ்வாறு அரிக்கப்பட்ட பகுதி வண்ண அச்சடிப்புக்கான பாணியாக மாறுகிறது.

ஒரு தாமிர உருளையின்மீது கோலத்தை இடுதலுக்கான மற்றொரு முறை நிழற்பட அரிப்பு ஆகும். வினைத்திறனூக்கப்பட்ட உருளையின்மீது விரும்பப்படும் பாணியின் நிழற்படச் சுருள் ஓட்டப்படுகிறது. இவ்வுத்தியினால் நிழற்படத்தின் நுட்பங்கள் துல்லியமாக உருளைக்கு மாற்றப்படுகின்றன.

தக்க பகுதிகளில் சாயம் சமச்சீர்மையுடன் பரவுதலை நிலைப்படுத்தும் நோக்கத்துடன் ஒவ்வோர் உருளையும் மெருகேற்றப்பட்டு எந்திரத்தில் ஏற்றப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வண்ணத்திற்கும் ஒவ்வோர் உருளையாக ஏறத்தாழ 16 உருளைகள் வரை பயனாகின்றன. கோலம் செதுக்கப்பட்ட உருளை கோலம் அல்லது வடிவமைப்பின் ஒரு பகுதிக்கான வண்ணப்பசையில் அமிழ்த்தப்பட்ட சக உருளையுடன் (companion roller) உரசியவாறு சுற்றுகிறது. கூரிய விளிம்பு கொண்ட தகடு (doctor blade) உருளைப் பரப்பின்மீதுள்ள மிகையான சாயத்தை வழித்து எடுத்து விடுகிறது. உருவம் பதிக்கப்பட்ட உருளைக்கும் பிறிதோர் உருளைக்கும் இடைப்பட்ட சிறு இடைவெளி வழியாகத் துணி புகுந்து வெளிவரும்போது அதன்மீது உருவம் பதிக்கப்படுகிறது. அச்சடிக்கப்படும் துணியுடனேயே அதற்குப் பின்னால் ஒரு சலவை செய்யப்படாத துணி, உருளையின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இத்துணி மிகையான அச்சுச் சாயத்தை உறிஞ்சி, உருளைமீது கறைபடியாது பாதுகாக்கிறது. அச்சிடப்பட்டவுடனேயே துணி ஓர் உலர்த்தும் அறையில் ஈரமும் வெப்பமும் சாயத்தைத் துணியின் மீது நிலையாக்குகின்றன. இறுதியாகப் பிண்ணணித் துணி அகற்றப்பட்டு, கழுவப்பட்டு, மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இருபுறம் அச்சிடல் (duplex printing). துணியை அச்சிடும் உருளையின் வழியே இருமுறை அனுப்பலாம். அல்லது ஒரு சிறப்பு எந்திரத்தின் வழியே ஒரு முறை மட்டும் அனுப்பி இருபுறமும் அச்சிடலாம். அச்சிட்ட பாணி நெய்து உருவாக்கியமை போன்று தோற்றம் அளிக்கும் வகையில் செம்மையாகச் செய்யலாம்.

வெட்டு வடிவ (stencil) அச்சிடல் முறை. ஜப்பானில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இம்முறை செலவினமிக்கது. ஓர் அட்டைப் பலகை, உலோகம் அல்லது மரத்தில் தேவைப்படும் வடிவத்தை வெட்டித் துளையிட வேண்டும். இத்துளை வடிவம் (stencil design) சன்னமாக, நுட்பமான மெல்லிய கோடுகளாகவோ, பெரிய இடைவெளிகளாகவோ இருக்கலாம். பொதுவாக, ஒரு வடிவ வெட்டு ஒரு வண்ணத் திற்காக மட்டுமே பயனாகும். கரை (selvdge), சரிகை போன்ற குறுகிய நுனிப் பகுதிகளுக்கே இம்முறை பெரிதும் பயன் படுகிறது.

சல்லடை அச்சிடல் (screen printing). இம்முறை தொடக்க காலத்தில் பட்டுச் சல்லடை பயன்படுத்தப் பட்டமையால் பட்டுச்சல்லடை அச்சிடல் என வழங்கப் பட்டுள்ளது. தற்போது இச்சல்லடைகள் நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், வின்யான் மற்றும் உலோக இழைகளால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சல்லடை தட்டையாகவோ உருளையாகவோ இருக்கலாம்.

தட்டைச் சல்லடை அச்சிடல் (flat screen printing). தொடக்கக் காலங்களில் இம்முறை கையால் செய்யப்பட்டு வந்தது; தற்போது எந்திரமயமாக்கப்பட்டுள்ளது. கலைஞர் வரைந்த கோலத்தைப் பகுதி பகுதியாக, ஒரு பகுதிக்கு ஒரு நிறம் என்றவாறு, பல சல்லடைகளில் ஏற்ற வேண்டும். ஒவ்வொரு சல்லடையிலும் கோலப் பகுதி கையால் வரையப்பட்டு, எஞ்சிய பகுதிகளில் சாயம் ஊடுருவாத ஒரு பொருளால் பூச்சு அளிக்கப்படுகிறது. தற்போதைய முறையில் இக்கோலம் புகைப்படம் எடுக்கப்பட்டு, அதன் எதிர் நிழற்படத்தை (negative) வினைத்திறன் ஊக்கப்பட்ட திரையின் மீது பதித்து, பிற பகுதிகளில் ஒளி ஊடுருவாமல் தடுக்கின்றனர். இச்சல்லடைகள் ஓர் உலோக அல்லது மரச் சட்டத்தில் பொருத்தப்படுகின்றன. அச்சடிக்கப்பட வேண்டிய துணி ஒரு மேசையின் மீது மற்றொரு துணியின் பின்னணியுடன் பரப்பப்பட்டுப் பொருத்தப்படுகிறது. அச்சிடப்பட வேண்டிய கோலத்தின் ஒரு வண்ணப் பகுதியை ஏற்கவுள்ள சல்லடை இத்துணியின் மீது பொருத்தப்பட்டு அசையாமல் உள்ளமைக்காக உலோக அடைப்புகளால் இருத்தப்படுகிறது. அச்சு மை (சாயம்) சல்லடையின் மீது ஊற்றப்பட்டு அல்லது பூசப்பட்டு, சல்லடைக் கண்களினூடே (அச்சு வடிவம் தாங்கிய பகுதிகளினூடே) ரப்பர் முனை கொண்ட மட்டக் கருவியால் (squeeze) அழுத்தித் தேய்க்கப்படுகிறது. பின்பு சட்டம் அகற்றப்பட்டுத் துணியின் அடுத்த பகுதியில் இதே போன்று அச்சிடல் நடத்தப்படுகிறது. பிற வண்ணங்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் இதே போன்று துணியின் உரிய பகுதிகளில் அச்சிட வேண்டும்.

சல்லடை அச்சிடல் முறையைக் கைகளைக் கொண்டு நடத்துவதால் ஏறத்தாழ 55 மீ. நீளமான துணிக்கு மட்டுமே ஒரு நேரத்தில் அச்சிட முடியும் என்பதுடன், இது நேரம் கூடுதலாகத் தேவைப்படும் முறையாகும்.எனவே தற்போது இது மின்னணுவியல் முறையாக மாற்றப்பட்டு, மணிக்கு 400 மீ. நீளத் துணியை அச்சடிக்கும் திறனைப் பெற்றதாக்கப் பட்டுள்ளது. அச்சிடப்படும் துணியின் மறுபுறம் ஒரு கோந்துப்பொருளால் பூசப்பட்டு, ரப்பர் சுமந்து செல்லும் நாடாவில் ஒட்டப்படுகிறது. தட்டையான சல்லடைகள் நகரும் துணியின் மீது அழுத்தப்படுகின்றன. அனைத்து இயக்கமும் மின்னணுக் கருவிகளால் திட்பத்துடன் கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது. அச்சிடப்பட்ட துணி உடனுக்குடன் தொடர்ச்சியாக ஒரு நீண்ட குகை அடுப்பு வழியே செலுத்தப்பட்டு உலர்த்தப் படுகிறது. நவீன தட்டைச் சல்லடை வழி அச்சிடல் செலவினம் மிகுந்த முறையேயெனினும் ஓர் ஓட்டத்தில் 20 நிறங்கள் வரை அச்சிட முடியும். தயாரிப்பு விரைவும் இம்முறையின் உயர் செலவினத்தை ஈடு செய்யவல்லதாகும்.

கலப்பற்ற, பளபளப்பான வண்ணங்களில் அச்சிடலாம் என்பதும், மீண்டும், மீண்டும் அச்சிடப்படும் உருவங்கள் பெரியனவாக உள்ளமைக்கு வாய்ப்பு உண்டு என்பதும் சல்லடை அச்சிடலுக்கு (உருளை அச்சிடலுடன் ஒப்பிடும் போது) உள்ள கூடுதல் நன்மையாகும். உருளை அச்சிடலுக்குச் சிக்கனமற்றதாகத் தோன்றும் துணி அளவுகளைக்கூட அச்சிடுவதற்குத் தட்டைச் சல்லடை முறையில் வழி உண்டு. சல்லடை அச்சிடலில் சதுரங்கள், வட்டங்கள், நீள் வட்டங்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்ட வடிவ மைப்பையும் உருவாக்கி அச்சிடலாம். இவ்வமைப்புகளைத் துளையிட்டு அச்சிடும் முறையில் முயன்றால், செதுக்கப்படும் வடிவங்கள் கீழே விழுந்துவிடும்.

பின்னல் வகைத் துணிகளுக்குச் சல்லடை அச்சிடல் முறைகளே ஏற்றவை. உருளை அச்சிடல் போன்றவற்றில் உருளையின் தாக்கத்தால் துணி நீண்டு அதன் விளைவாக வடிவமைப்புக்கு வெளியேயும் துணியின் மீதும் சாயம் பூசப்படுகிறது.

சுழலும் சல்லடைவழி அச்சிடல். கோலக் குழாயைப் போல் மடிப்பில்லாத உலோக உருளைச் சல் லடைகளைப் பயன்படுத்தி அச்சிடும் முறை முதன்முதலாக ஹாலந்து நாட்டில் கையாளப்பட்டது. துணி சுழலும் சல்லடைகளுக்கு அடியில் புகுந்து செல்கிறது. அச்சடிப்புச் சாயம் சல்லடை களின் துளைகளின் வழியாக அழுத்தத்தில் துணியின் மீது பதிக்கப்பட்டு, சல்லடையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மட்டக் கருவியால் அழுத்தப்படுகிறது. நகரும் துணியின் வேகம் ஏறத்தாழ 91 மீட்டர்/நிமிடம் ஆகும். பின்பு, அச்சிடப்பட்ட துணி உலர்த்தும் அடுப்பு வழியே செலுத்தப்பட்டு, நிறத்தை நிலை நிறுத்தப் பயன்படுகிறது. உருளை அச்சிடல் முறையில் பயனாகும் தாமிர உருளைகளைவிட உருளைச் சல்லடைகளைக் கொண்டு பெரும் அளவுக்கு இவற்றிலும் சாய அடர்த்தி கிட்டும். இருபதுக்கும் மேற்பட்ட வண்ணங் களாலான நுண்ணிய உருவாக்கங்களைத் துல்லியமாகப் பெற முடியும். தட்டைச் சல்லடைகளைப் போலன்றிச் சுழல் சல்லடைகள் தொடர்ச்சியாக இயங்க வல்லன. எனவே தயாரிப்பு வெளிப்பாடு இம்முறையில் கூடுதலாகும்.

பெயர்ச்சி அச்சிடல் முறை (transfer printing). வடிவமைப்பை ஒரு பரப்பிலிருந்து துணிக்கு மாற்றும் முறைக்கு இப்பெயர் இடப்பட்டுள்ளது. நிறம் கலந்த வெப்பத்தால் இளகவல்ல பொருளான அடையாளச் சின்னம் (emblem) அல்லது அலங்கார வடிவமைப்பைத் துணியின் மீது வெப்பத்தாலும் அழுத்தத்தாலும் பதித்தல் பல ஆண்டுகளாகவே நடத்தப்பட்டு வரும் முறை என்றாலும், இதனால் துணி விறைப்பாவதுடன், ஒளித்தாக்கத்திற்கும்

சலவைக்கும் ஈடு கொடுக்க இயலாததாகவுள்ளது. ஒரு காகிதத்திலிருந்து ஆவியாக்கல் முறை வாயிலாகத் துணிக்கு வடிவமைப்பை மாற்றுதல் பயன்மிக்க உத்தியாகும். இதிலுள்ள கூடுதல் நன்மைகளாவன: அச்சிடலுக்குப் பின் நிகழ்த்தவேண்டிய நீராவியிடல் மற்றும் முற்றவைத்தல் ஆகிய கட்டங்கள் தேவைப்படுவதில்லை. அச்சு முதலில் காகிதத்தின் மீது உள்ளமையால், இரண்டாந்தர அச்சடிப்புகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. வெப்ப வழி வடிவப் பெயர்ச்சி முறையில் உருவாக்கப்படும் பாணிகள் தொடுகையில் நல்ல உணர்வைக் கொடுக்கின்றன. நுண்ணிய நிற வேறுபாடுகள், நுண்ணமைப்புகள், மெல்லிய கோடுகள் ஆகியன தெளிவாகப் பதிவாகின்றன. பல வண்ணங்களில் பல கோலங்களை உருவாக்க இயலும். நெய்யப்பட்ட துணிகளிலும், பின்னல் வகைத் துணிகளிலும் ட்வீடு (tweed), சேம்ப்ரே (chamray) ஆகிய விளைவுகளைத் தோற்றுவித்து யாப்புடைய துணிகளைப் போல் தோற்றமுறச் செய்யலாம்.

பெயர்ச்சி அச்சிடலில் இருவகைகள் உள்ளன. அவை உலர் வெப்ப மாற்றம், ஈர வெப்ப மாற்றம் என்பன. 1958 ஆம் ஆண்டு பிரான்சில் நோயல் டிப்ளாசே (Noel de Plasse) என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உலர் முறை முதன்முதலில் பாலிஎஸ்ட்டர் ஆடைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. பாலி எஸ்ட்டர் துணிகளுக்கு ஏற்ற இம்முறை பிற துணிகளுக்குச் சரிவரப் பொருந்தவில்லை. இதன் காரணமாக இவ்வுத்தியில் சற்றே மாறுதல் செய்யப்பட்டது. இதன் விளைவாக உலர் வெப்ப மாற்றக் கொள்கையின் அடிப்படையில் மரபு வழி வெப்ப அமைப்பு (conventional heat system), அகச் சிவப்பு வெற்றிட வெப்ப அமைப்பு (infra red heat vaccum system) என இரண்டு உத்திகள் கையாளப்படுகின்றன. மரபுவழி மின்னாற்றலால் சூடாக்கப்பட்ட உருளை துணியின் மீது அழுந்தி, அதனை வடிவமைப்பைத் தாங்கியுள்ள தாளின் மீது பதிய வைக்கிறது. சூட்டினால் தாளின் மீதுள்ள சாயம் ஆவியாகித் துணியின் மீது படிகிறது. இரண்டாம் முறை குறைந்த வெப்பநிலைகளிலும், குறைந்த அழுத்தங்களிலும் செயல்படுகிறது. வெப்பத்தினால் எளிதில் பாதிப்புறும் இழைகளான அக்ரிலிக் மற்றும் ஸ்பாண்டாக்ஸ் ஆகியவற்றிலான துணிகளின் மீது அச்சிடுவதற்கு இம்முறையே சிறந்தது. மேலும் வெல்வெட், தரை விரிப்புப் போன்ற அடுக்குத் துணிகளில் சாயம் ஊடுருவுதலும் இம்முறையில் செவ்வனே நடக்கிறது. சாயத்திலான வடிவமைப்பைத் தாங்கியுள்ள தாளும், துணியும் அகச்சிவப்பு கதிர்களை உமிழும் அடுப்புகளுக்கும், துளையிடப்பட்ட உருளைக்கும் இடையே செலுத்தப்படுகின்றன. இதனிடையே உருளையின் துகளின் வாயிலாகக் காற்று உறிஞ்சப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு உருவாக்கப்படும் பகுதி வெற்றிடத்தில் சூடாக்கப்பட்ட சாயம் பதங்கமாகித் துணியின் மீது படிகிறது. இவ்வழி முறையில் துணிக்கும் உருளைக்கும் நேரடித் தொடுகை இல்லை.

ஈரவகை வெப்ப மாற்ற அச்சிடலில் இரண்டு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. அவை: ஃபாஸ்ட்ரான் (Fastran) முறை, டியூபிரிண்ட் (dew print) முறை என்பன. முதல் முறை பருத்தி, கம்பளி, அவற்றின் கலப்பினம் மற்றும் தூய நைலான் துணிகளுக்குப் பொருந்தும். சல்ஃபமிக் அமிலம், ஈரத்தை இருத்தி வைக்கவல்ல ஓர் இயற்கை கோந்து மற்றும் புறப்பரப்புச் செயலிகள் அடங்கிய கலவைக்கு ஃபாஸ்ட்ரான் தூள் என்று பெயர். இத்தூளை நீரில் கலக்கித் துணிமீது ஒற்றி எடுக்க வேண்டும். பின்பு இத்துணியின் மீது அச்சிட்ட வடிவமைப்பைத் தாங்கிய தாளைப் பொருத்தி, அதனை ஒரு சிலிக்கோன் ரப்பர் விரிப்பினால் மூட வேண்டும். இவ்வுடுக்கையமைப்பை (sandwich structure) நீராவியால் இயங்கும் அழுத்தக் கருவியில் பொருந்தும்போது ஃபாஸ்ட்ரான் தூளியிலுள்ள நுர் ஆவியாகிச் சிலிக்லோன் விரிப்பினால் வெளியேறாமல் தடுக்கப்படுகிறது. தாளிலுள்ள சாயம் ஆவியாகித் துணி மீது படிகிறது. நிறப்பெயர்ச்சி 90% க்கும் கூடுதலாக உள்ளது. ஃபாஸ்ட்ரான் முறையைக் கொண்டு வண்ணத் துளிகளிலிருந்து நிற நீக்கமும் செய்யலாம்; ஒளிரும் வெண்மையை ஏற்றலாம். டியூபிரிண்ட், முறையில் துணியின் மீது உரிமைப்பட்டயம் பெற்றதொரு பால்மம் பூசப்படுகிறது. இவ்வகையில் மட்டுமே இது ஃபாஸ்ட்ரான் முறையிலிருந்து வேறுபடுகிறது.

மச்சம் அச்சிடல் (blotch printing). இங்கு ஒரு வெள்ளைத் துணியின் வடிவமைப்பு (கோலம்) மட்டுமன்றி, பின்னணி நிறமும் அச்சிடப்படுகிறது. உயர் அச்சிடல் வகைகளான நிற இறக்கம், சாயத் தடை ஆகியவற்றைப் போன்ற தரத்தை இம்முறையின் வாயிலாகப் பெறலாம். இம்முறைகளில் அச்சிடப்படும் துணியின் இருபுறங்களும் ஒரே தோற்றத்துடன் இருக்கையில், மச்ச முறையில் அச்சிடப்படும் துணியின் எண்ணிக்கையும் அச்சிடப்படும் பாணி அமைப்பைத் தீர்மானிக்கின்றன. பெறக் கூடிய பாணி வகைகள் எண்ணிறந்தவை. ஒவ்வொரு வடிவமைப்பும் ஒரு புறம் ஆழ்ந்த நிறமும் மறுபுறம் வெளிர் நிறமும் இருக்கும்.

TAK முறை. இம்முறையில் தாறுமாறாகச் சாய நீர் துணியின் மீது தெளிக்கப் பல வண்ணக் கோலம் உருவாக்கப் படுகிறது. சாயம் தெளிவிக்கும் செயலில் ஒரு தீர்மானிக் கப்பட்ட சமச்சீரின்மையைப் பெறுவதற்காக அலகுகளும் (doctor blades), சாயத் துளி வெட்டிகளும் (drop cutters) பயன்படுகின்றன. இவற்றின் வடிவமைப்பும் அச்சிடும் எந்திரம்,

சாயக் கரைசல், அச்சிடப்படும் துணி ஆகியவற்றுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டது. சாயம் தெளிக்கப்படும் விரைவு, துளி நகரும் விரை, அலகின் இயக்கம், துணி வெட்டியின் கோணம் ஆகியன எந்திர சார்புக் காரணிகாகும். பாகுத் தன்மையும் நனைக்கும் பொருளும் சாயத் தொடர்பான காரணிகள்; துணியின் அமைப்பும் உறிஞ்சும் திறனும் தனிக் காரணிகளாகும். இவை யாவற்றையும் கணிப்பொறியின் மூலம் கட்டுப்படுத்தி உகப்புப்பாடு செய்யலாம்.

தாரைத் தெளிப்பு வழி அச்சிடல் (jet spray painting). நுண்துளைகளின் வழியாகச் சாயத்தைப் பீச்சித் துணியை அச்சிடும்,முறையில் பின்வரும் உத்திகள் கையாளப்படுகின்றன: பன்னிறச் சாயமிடல் (polychromatic dying) என்பது உண்மையில் ஓர் அச்சிடும் முறையன்று; ஏனெனில், அச்சிடும் எந்திரம் இதில் பயன்படுத் தப்படுவதில்லை. எனினும் அச்சிடல் விளைவுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பல வண்ணங்கள் ஒழுங்கற்ற தெளிப்புகள் முடிச்சு -சாய (tie-dye) விளைவுகள், பல வண்ணக்கோடுகள் ஆகிய பாணிகள் உருவாக் கப்படுகின்றன. சாயங்கள் தாரை வழியாகத் துணியின் மீது இடப்படுகின்றன.தாரைகளின் எண்ணிக்கை அவற்றின் அளவு, இருக்கை மற்றும் துணி நகரும் விரைவு ஆகியன அச்சிடப்படும் வடிவமைப்பை நிர்ணயிக்கும். தாரைகளைப் பக்கவாட்டில் நகர்த்தி, இடப்படும் கோலங்களில் புதிய பாணிகளைப் புகுத்தலாம். சாயமிடப்பட்ட துணி இரு கனமான நெருங்கிய உருளைகளுக்கிடையே அழுத்தப்படுகிறது. இதனால் சாயம் துணியின் ஒரு புறத்திலிருந்து மற்றொரு புறத்திற்குப் பரவுகிறது. இருபுறமும் துணி ஒரே வகையான, ஒரே அடர்த்தியுள்ள வண்ணக் கோலத்தைப் பெறுகிறது. திரைச்சீலை போன்று இருபுறமும் அச்சிடப்பட வேண்டிய துணிகளுக்கு இம்முறை ஏற்றது. தீவிர சாய ஊடுருவல், பல்வேறு நிறங்கள் ஆகிய சிறப்பியல்புகள் போர்வை, துவாலை, வெல்வெட், கார்டிராய் ஆகிய துணிகளுக்குச் சாயமிடும் செயலுக்குத்தேவையானவை. பருத்தி, லினன், ரேயான், நைலான், பாலி எஸ்டர் எனப் பலவகை இழை களையும் அச்சிடுவதற்குப் பன்னிறச் சாயமுறை சிறந்ததாக அறியப்பட்டுள்ளது. இம்முறையில் நிமிடத்திற்கு 25 மீ. என்னும் விரைவில் அச்சிட முடியும்.

தாரைகளை நுண்ணியவாக அமைத்து (microjet printing) இம்முறையைச் சிக்கலானதாகவும், துல்லியமிக் கதாகவும் ஆக்கலாம். ஒரு பாவு அங்குலத்திற்கு (25 மி.மீ.) 20 வரிசைகள் வரை தாரைகளைப் பொருத்தலாம். தாரைகளைச் செயலாக்கும் பணி ஒரு கணிப்பொறியால் இயக்கப்படுகிறது. இவ்வகையில் மில்லிட்ரான், குரோமோட்ரானிக் (chromotronic) ஆகிய எந்திரங்கள் புகழ் பெற்றவை. ஒரு வடிவமைப்பு வரையப்பட்டுப் புகைப்படம் எடுக்கப்படுகிறது. இது ஒரு கணிப்பொறியின் துழாவும் அமைப்பில் இடப்படுகிறது; இவ்வமைப்பு உருவத்தை ஒரு வண்ணத் தொலைக்காட்சித் திரையில் பளிச்சிடுகிறது. பாணி சரியாகவுள்ளதெனக் கண்டபிறகு ஒரு காந்த நாடாவில் செலுத்தப்படுகிறது. இந்நாடாவைப் பயன்படுத்தி நிறத்தெளிப்பு துல்லியமாக நடத்தப்படுகிறது,

நிலைமின் அச்சிடல் (electrostatic printing). இயற்கையில் கிடைக்கும் அல்லது தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படும் ரெசின் ஒன்றை நன்கு தூளாக்கப்பட்ட சாயப்பொருளுடன் கலந்து, வடிவமைப்பைத் தாங்கி நிற்கும் சல்லடைமீது பூச வேண்டும். இச்சல்லடைக்குக் கீழே 12 மி.மீ. தொலைவில் ஒரு நிலைமின் புலத்தில் துணி நகர்த்தப்படுகிறது. சாய-ரெசின் சலவை வடிவமைப்புள்ள (சல்லடை) பகுதியினூடே மட்டும் துணியின்பால் ஈர்க்கப் படுகிறது. நிறப்பொருளைத் துணியின் மீது நிலை நிறுத்து வதற்கு அகச் சிவப்புக் கதிர் கொண்டு சூடுபடுத்தலாம்.

ஒளிவழி அச்சிடல் (photoprinting). ஒளி உணர் திறன் (photosenstive) கொண்ட வேதிப் பொருளைத் துணிமீது பூசி, எவ்வகை நிழற்படத்தையும் துணியின் மீது ஏற்றலாம். தாளின்மீது புகைப்படத்தை அச்சிடுவதற்கு இம்முறை ஒப்பாகும். நுணுக்கங்கள் துல்லியமாக, தெளிவாகத் துணிக்கு மாற்றப்படுகின்றன. சையமாடிக் (cyamatic) என்னும் முறையில் இசையொலி எழுப்பவல்ல நாண்களின் அசைவுளை ஒரு குவார்ட்ஸ் தகட்டின் மீது பதித்து, ப திவான கோலத்தை நிழற்படமாக்கி, துணியின் மீது ஏற்றுகின்றனர்.

மாறுபட்ட அச்சிடல் (differential printing). மாறுபட்ட சாயமேற்புத் திறன் கொண்ட நூல்களின் கலவையைக் கொண்டு நெய்யப்பட்ட துணிகளை அச்சிடுகையில் பன்னிறக்கோலங்கள் தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. பொதுவாகத் தரை விரிப்புகளுக்கே பயன்படும். இம்முறையில் ஏறத்தாழ 10 நிறங்கள் வரை அச்சிடலாம். ஒரு பின்னணி நிறத்தின் மீது பொருத்தப்பட்ட, கலையழகு மிக்க கோலங்களை இம்முறையினால் உருவாக்கலாம்.

பாவு நூல் அச்சிடல் (warp printing). துணியாக நெய்வதற்கு முன்பாகப் பாவு நூல்களின் மீது உருளைவழி அச்சிடல் செய்தலே இம்முறையின் அடிப்படையாகும். தூய வெண்ணிறம் கொண்ட அல்லது வெளிர் நிறம் கொண்ட நிரப்பு நூல்களைப் பயன்படுத்தினால் பாவு நூல்மீதுள்ள கோலம்

மறையாது நன்கு பளிச்சிடும். வடிவமைப்பின் வெளிப்பாடு குலையாமல் காப்பதற்குப் பாவு நூலின் இருக்கையைச் சற்றும் மாறாது கவனிக்க வேண்டும். விலையுயர்ந்த பருத்திச் சீட்டித் துணிகள் மற்றும் அறைகலன் உறைத்துணிகளை அச்சிடுவதற்கு இம்முறை பயனாகிறது.

தீவிர பாவுப்பகுதி அச்சிடல். உருளை அச்சிடும் கருவியைப் பயன்படுத்திக் கிடக்கை அல்லது குறுக்குக் கோட்டு வடிவமைப்புகளைக் கயிறு வடிவிலான கம்பளிப்பிசிறுகள் (tops) மற்றும் முடிச்சுகள் (slubblings) மீது அச்சிட்டு, பின்பு இப்பிசிறுகளை நூலாக நூற்க வேண்டும். இந்நிலையில் அச்சிடப்பட்ட கோடுகள் குறைக்கப்பட்டுப் பிரிக்கப்படுகின்றன. நெய்யப்பட்ட துணியில் இவை சிதறிய வண்ணக் கீற்றுகள் (flecks) போல் தோற்றமளிக்கின்றன.

பாடிக் சாயமிடல் (batik dyeing). துணியின் மீது மெழுகினால் பூசி விரும்பும் வடிவமைப்பை உருவாக்க வேண்டும். அல்லது மெழுகுப் பூச்சு அற்ற இடங்கள் ஒரு வடிவமைப்பைச் சுட்டிக் காட்ட வேண்டும். பின்பு துணியைச் சாயத்தில் அமிழ்த்தினால் மெழுகுப் பூச்சு இல்லாத இடங்களில் சாயம் உறிஞ்சப்படுகிறது. இறுதியாக, மெழுகுப் பூச்சு அகற்றப்படுகிறது. இம்முறை இந்தியாவில் பெரிய அளவில் பின்பற்றப்படுகிறது. மெழுகுப் பூச்சு, துணியின் இரு புறமும் ஜான்டிங் (tjanting) என்னும் சிறிய புனல் போன்ற கருவியினால் அளிக்கப்படுகிறது. இவ்வகை வடிவமைப்புக் கைவேலையை ஒரு மாதத்திற்கு 2-3 மீ. எனச் செய்யலாம். தற்போது ஜாப் (tjap) என்னும் முத்திரையைப் போன்ற அமைப்பினால் விரைவாக நடத்தப்படுவதால், நாளொன்றுக்கு 20 - 35 மீ. அச்சிட முடிகிறது.

முடிச்சுச் சாயமிடல் (tie dyeing). துணியில் முடிச்சுகள் உருவாக்கிச்சாயத்தில் நனைத்தால், முடிச்சுகளின் உட்பகுதிகளில் மட்டும் சாயம் உட்புகுவதில்லை. புதுப்புதுப் பகுதிகளில் முடிச்சுகளிட்டு மீண்டும் சாயத்தில் நனைத்தால் கண்கவர் கோலங்களை உருவாக்கலாம். ஒவ்வொரு முறையும் வெவ்வேறு சாயங்களைப் பயன்படுத்திப் பல்வேறு வண்ணக் கலவை விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

துணியில் முடிச்சுகளை உருவாக்குவதற்குப் பதிலாக நூல்களில் (பாவு அல்லது ஊடு நூல்கள்) முடிச்சுகளிட்டுச் சாயத்தில் அமிழ்த்தி எடுக்கலாம். இதற்கு இகட் (Ikat) சாயமிடல் எனப் பெயர். ஒரே நூலின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு நிறங்களைப் புகுத்தி, நெசவையும் தக்கவாறு அமைத்தால், வடிவமைப்பின் விளிம்புகளும் எல்லைக்கோடுகளும் நீரில் எதிரொலிப்பன போன்ற ஐயத்தை உண்டாக்கலாம். முடிச்சினுள் சற்றே சாயம் புகுந்துவிடுவதாலும், தறியில் நெசவின்போது நூல்கள் நீட்டப்படுவதாலும் மேற்கூறிய தோற்றப்பாடு உருவாகிறது.

கந்தைத் தூள் ஒட்டல் (flocking). இழைத் தூள்களைத் துணியின்மீது தக்க முறையில் ஒட்டவைத்து வடிவமைப்பை உருவாக்கலாம். ஒரு சோந்துப் பொருளால் பூசப்பட்ட பகுதிகளில் மட்டும் பருத்தி, கம்பளி, விஸ்கோஸ் சேயான், நைலான், அக்ரிலிக் ஆகிய இழைக் கற்றைகள் கொண்டு செங்குத்தாக அடுக்கு அமைப்புகளை உருவாக்க வேண்டும். இதனால் வெல்வெட் போன்ற யாப்புக் கிட்டும். இக்கற்றைகள் நிறமூட்டப்பட்டவையாக இருப்பின் இறுதி வடிவம் கண்கவர் வகையில் அமையும். இழைத்தூளைக் கோந்துப் பூசப்பட்ட பகுதிகளுக்கு மின்னியக்க முறையில் பதியச் செய்யலாம். திரைச்சீலை, தரைவிரிப்பு, அறைகலன் உறை ஆகியவற்றுக்கு இம்முறை வாயிலாக அச்சிடல் கையாளப்படுகிறது.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணி அளவுகளும் இயல்புகளும்

துணித் தயாரிப்பிலும் சீர்செய்தலிலும் பல வகைத் திரிபுகள் (strains) துணியின் மீது திணிக்கப்படுகின்றன. எனவே துணி எந்த அளவு திரிபுக்குட்படுத்தப்படுகையில் அளவுகள் எடுக்கப்படுகின்றன என்பது இன்றியமையாதது.

துணி அளவுகள் எடுக்கப்படுகையில் தரமான ஆய்வுச் சூழ்நிலை உருவாக்கப்பட வேண்டும். ஒரு விளிம்பில் அளவுக் குறியிடப்பட்ட துணி முழுதும் பரப்புவதற்குத் தேவையான பரப்பளவு கொண்ட மேசையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். துணியை நியம நிலைக்குக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு முன்பாக ஒரு முன்னோடியான அளவு நிகழ்த்த வேண்டும். துணித் துண்டுக் கரைகள் முழுதும் 5 x 0.9144 மீ இடைவெளிகளில் குறிகளிடப்பட வேண்டும். இறுதிப் பகுதியில் 5 கெஜங்களுக்குக் குறைவான நீளத்தை ½ அங்குலம் (1.27 செ.மீ.) வரை துல்லியமாக அளத்தல் தேவை. 24 மணி நேரம் தரமான ஆய்வுச் சூழ்நிலையில் நிறுத்தியபின்பு மீண்டும் துணியின் அளவுகளை எடுக்க வேண்டும். இவ்விரண்டு அளவுகளுக்கும் இடைப்பட்ட அளவை பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். சில துணிகள் 24 மணி நேரம் ஆய்வுச் சூழலில் இருந்தப்பட்ட பின்பு 0.25%க்குக் மேலான மீட்சியைப் பெறக்கூடும். இவ்வாறாயின் அத்துணியை மீண்டும் 24 மணி நேரத்திற்கு நியம நிலையில் இருத்தி மறு அளவு செய்தல் நலம். இவ்வழிமுறையை மீண்டும் மீண்டும் கடைப்பிடித்து

நீள மாற்றம் 0.25%க்கு குறைவான நிலையை எட்டுகையில் இறுதி அளவு எடுக்க வேண்டும்.

துணித்துண்டு முழுதும் நியம நிலையில் இருத்தப்பட வேண்டியதில்லை. துணியைச் சேமிப்புக் கிடங்கையொத்த சூழ்நிலையில் நிறுத்தி துணியின் அகலவாக்கில் நான்கு இரட்டைக் குறிகள் (அடுத்தடுத்த இரட்டைகளுக்கிடைப்பட்ட) தொலைவு 0.9144 மீ பாவுத்திசையில் இருக்குமாறு) இடப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் இரட்டைக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு துல்லியமாக அளக்கப்பட்டு மாதிரித் துணி கத்தரித்தெடுக்கப்பட்டு 24 மணி நேரம் நியமச் சூழ்நிலையில் நிறுத்தப்படுகிறது. பின்பு குறிகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவுகள் மீண்டும் அளக்கப்படுகின்றன. அடுத்தடுத்த அளவைகள் 0.25%க்கு மிகாத வேறுபாடு கொண்டிருப்பின் இறுதி அளவு எடுக்கப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் முழுத் துணியின் நீளம் மற்றும் நியம நிலையில் நான்கு இரட்டைக் குறிகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவுகளில் தோன்றும் சராசரி மாற்றம் ஆகியவற்றிலிருந்து மொத்தத் துணியின் நீளத்தை அறியலாம்.

கிடங்குகளிலும் ஆய்வறைகளிலும் துணி நீளத்தை அளத்தல். துணியைக் கையாளும் எந்திரத்தில் துணி தானாக நகருகையில் துணியின் நீளத்தைக் துல்லியமாக அளப்பதற்கு ட்ருஅளவி (trumeter) என்னும் கருவி பயன்படுகிறது.

துணியின் அகலம். தறியிலிருந்து எடுக்கப்படும் போது இருக்கும் அகலம் துணி நுகர்வோரை அடைகையில் இருக்காது. தறிநிலையில் நீர், வெப்பம், அழுத்தம், இழுவிசை அமிலம், காரம் எனப் பல வகைகளில் துணி பாதிப்புறுகிறது. இவற்றுள் சில துணியின் சுருக்கத்திற்கும் சில துணியின் இழுவைக்கும் காரணமாகின்றன. துணியின் அகலத் தேர்வு பல காரணிகளால் அறுதியிடப்படுகிறது. இவற்றுள் முதன்மையானது அதன் இறுதிப் பயனாகும். எடுத்துக் காட்டாகக் கைக்குட்டைகளை நெய்யும்போது ஆடவர் கைக் குட்டைகள் இரண்டோ மகளிர் கைக்குட்டைகள் மூன்றோ தறியின் பண்ணை அகலத்தில் பொருந்துமாறு நெய்யலாம். ஒற்றைப் படுக்கைகளுக்கான துணி குறுகிய தறியிலும் இரட்டைப் படுக்கைக்கான துணி அகலமான தறியிலும் நெய்யப்படுகின்றன. தறியிலிருந்து துணி வாங்குவோருக்கு இதனால் துணி வீணாவது தவிர்க்கப்படுகிறது. தற்போது சுல்சரி (sulzer) தறி போன்ற நவீன அமைப்புகளைக் கொண்டு ஒரே தறியில் ஒரே நேரத்தில் பல அகலத் துணிகளை நெய்யலாம். கரையை அமைக்கும் கருவிகளைக் கொண்டு துணியைத் தேவைப்படும் அகலத்திற்கு வெட்டலாம்.

துணியின் அகலத்தை அளக்கும் உத்தி, நீளத்தை அளப்பது போன்றதே ஆகும். துணியின் முழுநீளத்தில் சம இடைவெளிகளில் 10 அகல அளவுகள் எடுக்கப்பட வேண்டும். முழு நீளமும் கிட்டாதெனில் குறைந்தது 0.9144 மீ. நீளம் கொண்ட துணியின் மூன்று இடங்களில் அகலங்கள் அளக்கப்பட வேண்டும். சராசரி அகலமும் அகல வரம்பும் குறிப்பிடப்பட வேண்டும். 18" அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அகலத் துணிகளுக்கு 0.1" துல்லியம் ; 4-18" இடைப்பட்ட அகலத்துணிகளுக்கு 0.05" துல்லியம் ; 4" க்கும் குறைவான அகலத்திற்கு 0.02" ஊடுநூல் இழுவிசையினால்கரை அலை போன்ற தோற்றமளித்தால் பெரும மற்றும் சிறும அகலங்கள் பதிவு செய்யப்பட வேண்டும். இரு கரைகளுக்கிடைப்பட்ட அகலமும் அளக்கப்பட வேண்டும். மாதிரிக் கூறுகள் மட்டுமே ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டால் இவற்றிற்கிடையே தோன்றும் அகல வேறுபாடுகளிலிருந்து மொத்த துணியின் அகலம் கணக்கிடப்பட வேண்டும். தொடர்ச்சியாக அகலத்தை அளப்பதற்கு ஜீவெர்ட்ஸ் (Jiewertz) கருவி பயனாகிறது. இரு கரைகளிலும் பொருத்தப்பட்ட இரண்டு ஒளி மின்கலங்கள் துணியின் விளிம்புகளைத் துருவி அகல வேறுபாடுகளைக் கண்டறிகின்றன.

துணியின் தடிமன். எந்திரப் பகுதிகளின் தடிமனை அளப்பதற்குப் பொறியிலார் இடுக்கி அளவிகளையும் (clipers) திருகு நுண்ணளவிகளையும் (screw micrometers) பயன்படுத்துகின்றனர். துணி எளிதில் அமுங்கக்கூடிய பொருளாதலால் இக்கருவிகள் நெசவியலில் பயனா வதில்லை. தடிமன் அளக்கப்பட வேண்டிய துணியினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு இணைத் தகடுகளுள் ஒன்று பட்டைக் கல்லாகவும் (anvil), மற்றொன்று அழுத்தும் காலாகவும் (pressure foot) பயனாகின்றன. அழுத்தும் கால் 3/8" விட்டம் கொண்ட வட்டமாகும். இவ்வட்டத்தின் விட்டம் : துணித் தடிமன் விகிதம் ஐந்துக்குக் குறையாதிருத்தல் வேண்டும். வட்ட வடிவிலான பட்டைக்கல்லைப் பயன்படுத்தினால் அதன் விட்டம் அழுத்தும் காலின் விட்டத்தைவிடக் குறைந்து 2" கூடுதலாக இருக்கும். மாதிரித் துணி பட்டைக்கல்லைவிடப் பெரியதாக இருந்தால் பட்டைக்கல்லினடியில் ஒரு சமதள தாங்கியைப் பொருத்தலாம். 0.1-10 பவுண்ட்/அங்^{2} அழுத்த வரம்பும் அழுத்தம் கால் விரைவு 0.002"/நொடியும் செலுத்த வேண்டும். கருவியின் எண்முகப்பில் துணியின் தடிமன் காண்பிக்கப்படுகிறது. இந்த அளவையின் துல்லியம் 0.0005" தடிமன் துணிக்கு 1% ஆகும். குறைந்தது 10 முறைகள் துணியின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அளத்தல் தேவை. இவ்வளவைகளின் சராசரியைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

ரெனால்ட்ஸ்-பிரான்ஸன் தடிமன் அளவியில் (Reynolds and Branson thickness tester) ஒவ்வொன்றும் 1 செ.மீ^{2} பரப்பளவு கொண்ட இரு வட்ட வடிவப் பட்டைக் கற்களுக்கிடையே துணியை அழுத்தி தடிமன் அளக்கப் படுகிறது. உராய்வற்ற தாங்கியைப்போல் செயல்புரியும் தட்டைச் சுருளின்மீது ஒரு நெம்புகோலை அமைத்து அதன்மீது இரு பட்டைக் கற்களுள் ஒன்று பொருத்தப்படுகிறது. நெம்புகோலிலுள்ள ஓர் உட்காடியிலிருந்து 5 கி. தராசுத் தட்டு தொங்குகிறது. கருவியை மின்னோட்டத்துடன் இணைத்தவுடன் ஒரு சுட்டு விளக்கு (indiactor lamp) மங்கலாக எரிகிறது. 5 கி. தட்டு இராமல் தட்டைக்கல் முடிச்சுத் திருகியொன்றைச் சற்றே தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். தராசுத் தட்டை வைத்து அளவியின் அச்சாணியைத் திருகி கொண்டு முன்னே செலுத்தினால் ஒரு நிலையில் சுட்டும் விளக்கு பளிச்சென எரியும். திருவு எண்முகப்பு வளையத்தைச் சுழற்றிக் காட்டியைக் குறியில் இருத்த வேண்டும். இரு பட்டைக் கற்களுக்கிடையே துணியைப் புகுத்தினால் அதன் தடிமன் அளவியில் துல்லியமாகத் தெரியும்.

தரை விரிப்புகள், உறிஞ்சுவகை ரப்பர், பாலி யூரிதேன் நுரை, கம்பளி ஆகியன அழுத்தத்தில் அமுங்கக்கூடியவை. இவ்வகைத் துணிகளின் தடிமனை அளப்பதற்கு ஷெர்லி தடிமன் அளவி பயன்டுகிறது. அழுத்தும் காலின் பரப்பளவு 1 அங்^{2} முதல் 10 அங்^{2} வரை இருக்கலாம். அழுத்தும் காலில் கூடுதலாக நிறைக் கற்களை ஏற்றுவதற்கு வசதியுள்ளது. இந்தத் துணை நிறைகளினால் அழுத்த வரம்பை விரிவுபடுத்தலாம். அழுத்தம் காலின்மீது எடைகளைத் தவணைகளாக ஏற்றி மீண்டும் தவணைகளாக இறக்கி தடிமன் அளவுகளைக் குறித்துக்கொண்டு இவற்றிலிருந்து துணியின் அமுக்கப்படும் இயல்பை அறியலாம். 0 முதல் 2" வரை அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ள எண் முகப்பு கொண்ட இக்கருவியில் 0.001" வரை தடிமனை அளக்கலாம். இதே போன்று மெட்ரிக் அளவைகளுக்கு ஒரு கருவி உள்ளது. தடிமன் ஆய்வுகள் குறிப்பேடுகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்கும் துணியின் பிற இயல்புகளான வெப்பக் காப்பீடு, வில்லுமை, பரிமாண நிலைப்பு, விறைப்பு தேய்வு ஆகியவற்றை அறிவதற்கும் பயனாகின்றன.

அலகு நீளம் அல்லது அலகுப் பரப்பளவு கொண்ட துணியின் எடை. அலகு பரப்பில் துணியின் எடை என்பது தெளிந்த சொற்றொடர் அலகு நீளத்தின் எடை என்பது தெளிவிலாதது ; ஏனெனில் இது துணியின் அகலத்தால் பாதிக்கப்படும் துணையலகாகும். எடுத்துக்காட்டாக 16 அவுன்ஸ் மணிக்கம்பளியைவிட 20 அவுன்ஸ் மணிக்கம்பளி நெருக்கமாக நெய்யப்பட்டிருக்கும். 16 அவுன்ஸ் துணி என்றால் 0.9144 மீ நீளமும் 56" அகலமும் கொண்ட துணியின் எடை 16 அவுன்ஸ் என்று பொருளாகும்.

அலகு பரப்பில் எடை என்றால் துணியின எடையைப் பரப்பளவில் வகுத்தறியலாம் என்று கருதலாம். ஆனால் இது எளிதன்று. நடைமுறையில் இவ்வளவை நேரடியாக நிகழ்த்தவல்லதன்று. மாதிரிக் கூறு தேர்ந்தெடுத்தல் குறியிடல், கத்தரித்தல், துல்லியமாக எடையறிதல், ஈரப்பதன் ஆகிய காரணிகளைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் இன்றிய மையாதது. பரப்பளவு அளவை கத்தரித்தல் ஆகியவற்றை 1% துல்லியத்தில் நிகழ்த்த வேண்டும். 100 அங்^{2} க்கும் குறைந்த பரப்புக்கு ஓர் ஆசுப்பலகையைப் (template) பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். நிறையின் துல்லியம் 0.002 ஆகும்.

சில கால்வட்டத் தராசுகள் (quadrant balances) ஒரு சதுர கெஜத்திற்கு துணியின் எடை அவுன்சில் எவ்வளவு இருக்கும் என்று நேரடியாகக் காட்டக்கூடியவை. சதுரப்பரப்பாக வெட்டப்பட்ட துணி தராசின் கொக்கியில் தொங்கவிடப்பட்டு எடை குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அலகு நீளத்திற்கு நிறையை அளப்பதற்கும் அதே போன்றதொரு வழிமுறை பின்பற்றப்படுகிறது. அலகு பரப்புக்கான எடைக்கும் (W) அலகு நீளத்திற்கான எடைக்கும் (R) துணியின் அகலத்தின் (w) வாயிலாக கீழ்க்காணும் தொடர்பு அறியப்படுகிறது.

$$w = \frac{36R}{\omega}$$

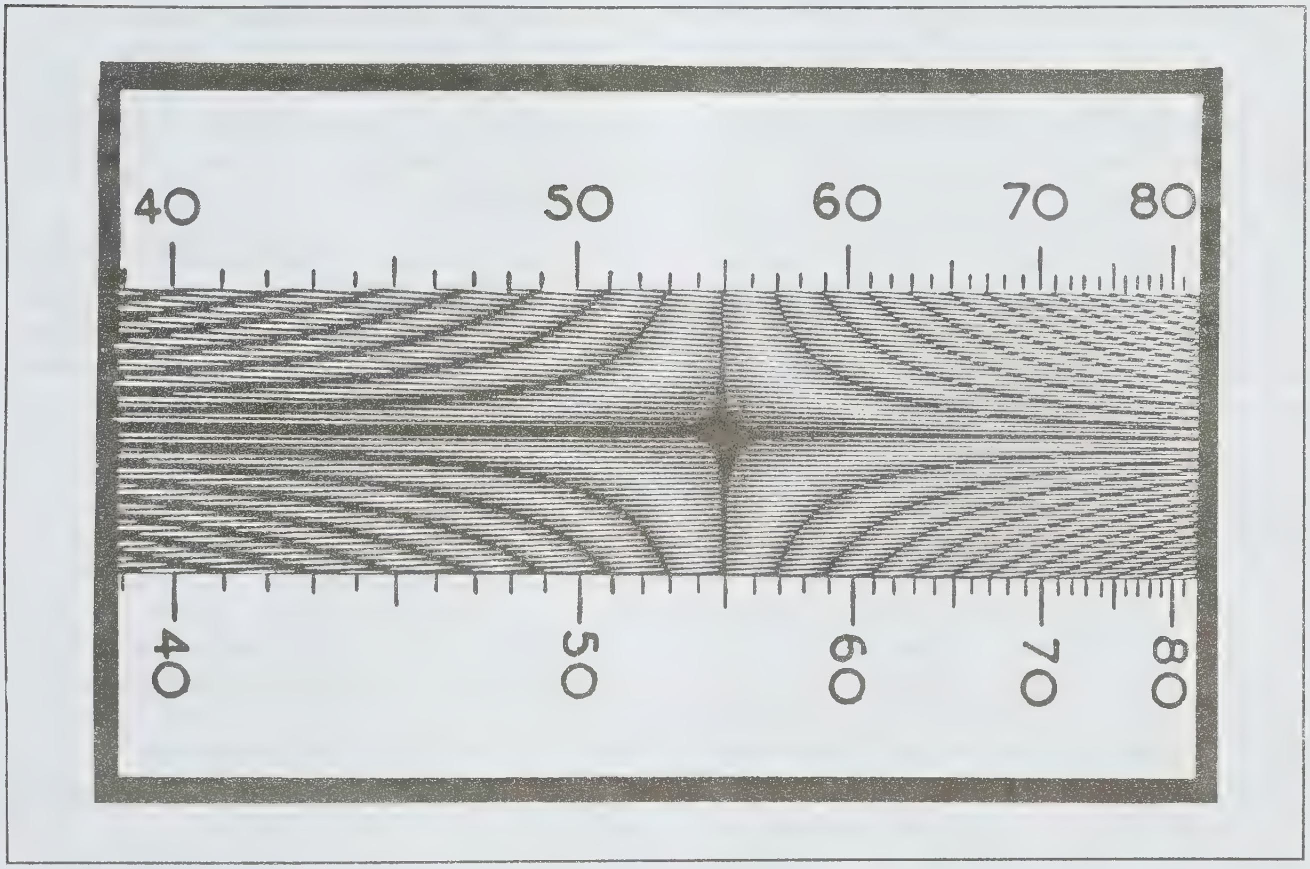
W	=	ச.ச. கெஜத்தின் எடை
R	=	1 கெஜத்தின் எடை
w	=	துணியின் அகலம் (அங்குலத்தில்)

நெய்யப்பட்ட துணியின் அலகு நீளத்தில் நூல்கள் எண்ணிக்கை. நெய்யப்பட்ட துணியின் பாவு நூல்களை முனைகள் (ends) எனக் குறிப்பிடுவர். துணியின் ஒவ்வோர் அங்குல அகலத்திலும் இடம் பெறும் பாவு நூல்களின் எண்ணிக்கை முனைகள்/அங்குலம் எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. ஊடு நூல்கள் ஊடுகள் (picks) எனப்படுகின்றன. ஒரு பாப்லின் வகைப் பருத்தித் துணியை அங்குலத்திற்கு 144 முனைகள், 76 ஊடுகள் என்றவாறு நெய்யலாம். இருவகை நூல்களும் இரட்டை நூல்களாகவும் இருக்கலாம். இவற்றுள் முதன்மையான 5 முறைகளாவன :

1. அங்குலம் எண்ணும் கண்ணாடி மற்றும் எளிய நுண்ணோக்கி.
2. நகரும் நூல் அளவி (traversing thread counter) எண்ணுவதற்கு வசதியாகக் காட்டியொன்று பொருத்தப்பட்ட நுண்ணோக்கி.

3. துணிப் பிரிப்பு - ஒரு குறிப்பிட்ட அகலத்திற்குத் துணி பிரிக்கப்பட்டு நூல்கள் எண்ணப்படுகின்றன. பின்னல்மற்றும் அடுக்குவகைத் துணிகளுக்கு இம்முறை ஏற்றது.
4. இணைக்கோடு கீற்றணிகள் (parallel line gratings)- விரைவான ஒளிவழிமுறை.
5. கூம்புகின்ற கீற்றணிகள் (taper line gratings)- முந்தைய முறையின் முன்னேற்றம் (படம் 1)

மீண்டும் மீண்டும் இடம் பெறுகிறது என்றும் ஒரு பாணி அமைப்பில் எத்தனை நூல்கள் உள்ளன என்றும் எண்ணி நூல் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம். இறுதிப் பகுதியில் ஒரு பாணி முழுமையடையவில்லையென்றால் அப்பகுதி யிலுள்ள நூல்களை மட்டும் எண்ணுதல் வேண்டும். ஓர் அங்குலத்திலுள்ள நூல்களின் எண்ணிக்கை கூடுதலாக இருக்கும்போது இம்முறை பயன்தரும். கரைகளுக்கு அருகிலுள்ள பகுதிகளைத் தவிர்த்தல் நல்லது. ஏனெனில் இப்பகுதியில் நூல்களுக்கு இடைப்பட்ட இடைவெளி



படம் 1. ஷெர்லியின் கூம்புகின்ற கீற்றணிகள்

ஓர் அங்குலத்திற்கு 25 நூல்களுக்குக் குறைவாக இருப்பின் ஓர் அங்குல எண்ணும் கண்ணாடி (count glass) பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. சில வகைத் துணிகளில் 3 அங்குல மாதிரித் துணிப் பிரிக்கப்பட்டு நூல்கள் எண்ணப்படுகின்றன. கீழிருந்து மேல்நோக்கிப் பாயும் ஒளியின் பாதையில் புகுத்தப்பட்ட கண்ணாடிப் பரப்பின்மீது துணியைப் பரப்பி நூல்கள் எண்ணலாம்.

சில துணிகளில் ஒரே பாணி மீண்டும் மீண்டும் இடம் பெறும். இந்நிலையில் இப்பாணி (pattern) எத்தனை முறை

துணியின் உட்பகுதியிலுள்ள நூல் இடைவெளியிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும். குறிப்பீட்டுத் தாளில் மாதிரிகள் ஆய்வுக்கு முன்பாக 24 மணி நேரம் முறைப்படுத்தப்பட வேண்டும் எனக் குறிப்பிடப்பட்டிருந்தாலும் சிலவேலைகளில் நடைமுறையில் துணியைப் பற்றிய ஆய்வு முடிவுகள் விரைவாகத் தேவைப்படுவதால் இக்கட்டுப்பாடு தளர்த்தப்படுகிறது.

துணியின் நூலின் அலைவு (Crimp of yarn in fabric). அலைவு என்பதற்கு நுண்ணிய தெளிவு அல்லது மடிப்பு எனப் பொருள. பாவு நூல்களும் ஊடு நூல்களும்

இடையீடாகும்போது அவை ஓர் அலை வடிவான பாதையில் செல்கின்றன. வடிவ இயல் நோக்கில் கருதினால் துணியின் நீளத்தைவிட நூலின் (அச்சு) நீளம் எவ்வளவு சதவிகிதம் கூடுதலாகவுள்ளது என்பதே அலைவு எனப்படுகிறது. அதாவது நன்கு நீட்டப்பட்ட நூலின் நீளத்திற்கும் துணியில் அமைந்துள்ள நிலையில் நூலின் நீளத்திற்கும் உள்ள வேறுபாட்டை நூலின் சதவிகிதமாகக் குறிப்பிட்டால் அதுவே அலைவு ஆகும். துணியின் மையத் தளத்திலிருந்து நூல்கள் எவ்வளவு விலகியிருக்கின்றனவோ அந்த விலக்கம் அலைவு வீச்சு (crimp amplitude) எனப்படுகிறது.

பியர்ஸ் எனும் நெசவியல் வல்லுநரால் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ள துணிக்கட்டமைப்பு அலகுகள் பாவு மற்றும் ஊடு அலைவு சதவீதங்களில் அடங்கும். துணிக்கட்டமைப்பு வடிவத்திற்கும் துணியின் இயற்பியல் பண்புக்கும் உள்ள தொடர்பு சிக்கலானது. இன்றும் இத்துறையில் தீர்வு காணப்படாத பல சிக்கல்கள் உள்ளன. அலைவு மிகுதியாகவுள்ள நூல்கள் எளிதில் தேய்கின்றன. குறுக்குவாட்டில் எழும்பி வளைவதால் துணியின் சமதளத்தில் உள்ள நூல்களைவிட இந்நூல்களே தேய்க்கும் பொருளை முதலில் எதிர்கொள்கின்றன.

வெளுக்கும்போது பருத்தித் துணி சுருங்கி இயங்கும் முறையைக் காலின்ஸ் என்பார் விவரித்துள்ளார். ஈரமாகும்போது நூல் பருக்கிறது. இவ்வாறு பருத்துள்ள (பாவு) நூலைச் சுற்றி அமையும் (ஊடு) நூல் நீளமான வளைவுப்பாதையைக் கடக்க வேண்டியுள்ளது. ஊடு நூலின் நீளம் கூடுதலாக வேண்டும் அல்லது பாவு நூல்கள் நெருக்கமாக அமையவேண்டும். (ஊடு நூல்களைப் பாவு நூல்கள் கடப்பதற்கும் இவ்விதி பொருந்தும்). ஊடு நூலின் நீளத்தைக் கூடுதலாக்குவதற்கு இழுவிசை தேவை. துணி துலக்கும் எந்திரத்தில் இருக்கும்போது துணியின் இழுவிசை காணப்படுவதில்லையாதலால் சமநிலைச் சூழ்நிலைகளை எய்துவதற்காகப் பாவு நூல்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்குகின்றன.

இழைச்சுருக்கம் << நூல் சுருக்கம் < அலைவு வழிச் சுருக்கம் (புறக்கணிக்கத்தக்கது).

தயாரிப்புக் கட்டத்திலேயே முன்கூட்டியே துணியைச் சுருங்கவைத்து (sanforizing) அலைவுச் சுருக்கத்தைத் தவிர்க்கலாம்.

இழுவைச் சோதனை துணியின் நடத்தை. ஆய்வில் ஒரு துணிப்பட்டையை ஒரு திசையில் இழுத்தால் நூல்கள் நேராகின்றன. இழுவைத் திசைக்குச் செங்குத்தான திசையிலுள்ள நூல்கள் இதன் விளைவாகக் கூடுதல் அலைவைக் காண்கின்றன. ஓர் அலைவுப் பரிமாற்றம் (crimp interchange) நிகழ்கிறது. மாதிரிப் பொருளின் செவ்வக அமைப்புக் குறைந்து நடுப்பகுதி சுருங்குகிறது. (இடைத்தோற்றம் - waisting). ஆய்வின் தொடக்க கட்டங்களில் அலகுக் கூடுதல் பளுவுக்கு நீட்சி மிக உயர்வாக இருக்கும் ; தகைவு-திரிபு வரைபடத்தில் இது பதிவாகும். இதில் பெரும்பகுதி அலைவு அகற்றத்தினாலேயே நிகழ்கிறது. அலைவு வேறுபாட்டினால் துணிகளில் குறைபாடுகள் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்புண்டு. அவை: வலிமை குறைதல், பளபளப்பான ஊடுகள், சாய நூல்கள் துணிகளில் கோடுகள், ஆகியன நூல் தயாரிப்பின்போதும் நெசவின்போதும் புகுத்தப்படும் இழுவைகள் கட்டுக்கடங்காமல் போவதால் அலைவுத் தடுமாற்றம் நிகழ்கிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீட்சியை மட்டுமே பெற்றிருக்க வேண்டிய துணியின் அலைவு விகிதம் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டும். சில துணிகளில் இறுதி நிலைத்தோற்றம் மன நிறைவைத்தர வேண்டும் என்னும் நோக்கத்துடன் பாவு நூலுக்கும் ஊடு நூலுக்கும் ஒத்திசைவை ஏற்படுத்துகையில் அலைவுக் கட்டுப்பாடு இன்றியமையாதது. துணியின் நீளத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகளுள் அலைவு முதன்மையானதாகையால் துணிக்கான நூல் தேவை. துணியின் அடக்கவிலை போன்ற அறுதியிட அலைவைப் பற்றிய அறிவு கட்டாயமாகிறது.

அலைவுச் சதவிகித அளவை. அலைவு அளவைக்குத் துணியின் நீளத்தையும் துணியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு நேராக்கப்பட்ட நூலின் நீளத்தையும் அளக்க வேண்டும். பொதுவாக அலைவு முழுதும் அகற்றப்படுவதற்கு முன்பு நூல் நீட்சி அடைகிறது. இழுவிசையின் தரமாக்கப்பட்ட அளவுகள் அட்டவணை 1இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1

நூல் வகை	நூல் சிணுக்கு எண்	இழுவை
பருத்தி	7 டெக்சைவிடச் சன்னம்	0.75 டெக்ஸ்
கம்பளி,	15-60 டெக்ஸ்	0.2டெக்ஸ் +4
மணிக்கம்பளி	60-300 டெக்ஸ்	0.07டெக்ஸ் + 12
தொகுப்பு (செயற்கை) நீளிழைகள	அனைத்துச் சிணுக்கு எண்கள்	டெக்ஸ்/2

உயர்நிலைத் துல்லியம் தேவைப்படும்போது சிறப்பு அலைவு அளவியைப் பயன்படுத்தலாம். ஆய்வுக்காக இரு பாவு வகை மற்றும் மூன்று ஊடுவகை நூல்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. சாராசரி அலைவுச் சதவிகிதம் பாவுத் திசையிலும் ஊடு திசையிலும் கணக்கிடப்படுகிறது. துணியில் செவ்வகத் துண்டுகள் கத்தரித்து எடுக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துணித் துண்டிலிருந்தும் 10 நூல்கள் பின்வருமாறு பிரித்தெடுக் கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நூலின் மையப்பகுதியை மட்டும் ஓரத்திலிருந்து முனைகளை அப்படியே விட்டு வைத்தல் வேண்டும். ஒரு முனையை ஆய்வுக் கருவியின் பிடிப்பியில் இணைத்து பின்பு மற்றொரு முனையையும் இணைக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் நூலில் முறுக்கு மாற்றம் இராது.

நெசவுக்கட்டமைப்பு (textile structure)

துணிக் கட்டமைப்புப் பற்றிய வழிமுறைகள் யாவும் பியர்ஸ் என்பாரின் ஆராய்சித் தாளின் அடி ப்படையில் வகுக்கப்பட்டுள்ளன.

நூல் சிணுக்கு எண் குறுக்களவு மற்றும் துணி நிரப்பிடம். சிணுக்கு எண்ணுக்கும் (N) நூலின் குறுக்களவுக்கும் (d) உள்ள தொடர்பு:

$$d = \frac{1}{28\sqrt{N}}$$

d = குறுக்களவு (அங்குலத்தில்). அங்குலக் குறுக்களவில் n = ஓர் நூல்கள் இருக்குமாயின் இரண்டு அண்மை நூல்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு s என்பது $\frac{1}{n}$ அங்குலமாகும்.

எனவே $\frac{d}{s}$ என்னும் விகிதம் மொத்தக் கொள்ளளவில் நூலினால் நிரப்பப்படும் பின்னத்தைக் குறிக்கிறது.

$$\frac{d}{s} = \frac{1}{28\sqrt{N}} \times n = \frac{n}{28\sqrt{N}}$$

இதனை 28-ஆல் பெருக்கி நிரப்பிடக் காரணி (k) என்னும் துணை அலகை உருவாக்கினா

$$k = \frac{n}{\sqrt{N}} = \frac{\text{ஓர் அங்குலத்தில் நூல் எண்ணிக்கை}}{\sqrt{\text{சிணுக்கு எண்}}}$$

நூல்கள் யாவும் இடைவெளியின்றி ஒன்றை யொன்று தொட்டுக்கொண்டிருந்தால் k = 28 எனினும் குறுக்கு நூல்கள் இடையீடாகச் செல்வதற்கு இடம் தேவைப்படுவதால் K இன் மதிப்பு 28 ஐ விடக் குறைவாகவே இருக்கும். நூல்களின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் வட்ட வடிவமானது என்னும் எதிர்பார்ப்பின் அடிப்படையில் இக்கருத்துப் படிவம் உருவாக்கப்பட்டது. நடைமுறையிலோ நூல்களை அமுக்கலாம், வடிவக் குலைவுறச் செய்யலாம். ஒரு சதுர சாதாரண நெசவில் பாவு, ஊடு ஆகிய இரு திசைகளிலும் சிணுக்கு எண் மதிப்பு சமமாகும். இந்த எளிய அமைப்பில் $\frac{d}{s} = \frac{1}{\sqrt{3}}$. எனவே, நிரப்பிடக் காரணியின் பெரும மதிப்பு 16.2 (இரு திசைகளிலும்) நிரப்பிடக் காரணிகள் பாவு, ஊடை என இரு வகைகளுக்கும் கணக்கிடப்படுவதால் துணிகளைப் பற்றிய கையேடுகளில் இக்காரணிக்கு இரண்டிரண்டு எண் மதிப்புகள் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். நிரப்பிடக் காரணிகளைக் கொண்டு துணியின் யாப்புத் தன்மையைக் கண்டறியலாம். தளர் சல்லாத் துணிக்கு (open muslin) 5.4 x 5.4 ; வாயிலுக்கு (voile) 8x8 ; சாக்குத் துணிக்கு 16x16 ; பாப்ளின் துணிக்கு (poplin) 22x10. ஒளிப்புகவிடாத மென்மையான மலிவான துணிக்கு 10x11; நெருக்கமான துணிக்கு 13x12. இதைவிடவும் கூடுதலான நிரப்பிடக் காரணிகள் கொண்ட துணி விறைப்பாகவும் துவளுமையற்றும் இருக்கும்.

மொத்தப் பரப்பளவில் இரு வகை நூல்களும் பரவும் பரப்பளவுப் பின்னம்

$$\frac{K_1 + K_2}{28} - \frac{K_1K_2}{(28)^2}$$

என்னும் வாய்ப்பாட்டின்படி அமையும். இங்கு K_1 = பாவு நிரப்பிடக்காரணி; K_2 = ஊடை நிரப்பிடக் காரணி. துணியின் மொத்த நிரப்பிடக் காரணி $K_c = K_1 + K_2 - \frac{K_1K_2}{28}$ இரண்டிரண்டு காரணிகளைவிட ஒற்றைக்காரணியே ஒப்பிடலுக்குச் சிறந்தது. ஏனெனில் துணியை அழுத்தும்போது நூல்கள் தட்டை வடிவமுற்று அகலப் பரவுகின்றன. கெம்ப் என்பார் நூல் வடிவ இயல் கொள்கையை வடிவ உருவற்ற நூல்களுக்கும் புகுத்திப் பந்தயக் தடக் (race track) குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தைக் கருத்துப்படிமமாக உருவாக்கினார்.

நிரப்பிடக் காரணிகள் அலகு பரப்புத் துணியின் எடையுடன் (w) கீழ்க்காணும் வாய்பாடு வாயிலாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

$$K + K_2 = 1\tfrac{1}{6}\sqrt{W(n_1 + n_2)} \qquad (1)$$

பாவு நூல்=(1)
ஊடு நூல்=(2) (2)

இதிலிருந்து நெசவின் நெருக்கத்தைக் கணக்கிடலாம். அலைவுச் சதவிகிதங்கள் ($C_1\%$) மற்றும் ($C_2\%$) சிணுக்கு எண்கள் (N_1 மற்றும் N_2), அமைவு (n_1 மற்றும் n_2) நூல் தட்டையாவதைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளும் காரணி (e) ஆகியவற்றுக்கு இடைப்பட்ட சமன்பாடு,

$$\frac{\sqrt{C_1\%}}{n_2} + \frac{\sqrt{C_2\%}}{n_1} = 0.28e\left(\frac{1}{\sqrt{N_1}} + \frac{1}{\sqrt{N_2}}\right)$$

இரு திசைகளிலுமான அலைவு வீச்சுகள் (h_1, h_2) ஓர் அங்குலத்தில்ஆயிரத்தின் பங்குகள் என்னும் அலகில் கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளின்படி அமைகின்றன :

$$h_1 = \frac{136\sqrt{C_1\%}}{n_2},\ h_2 = \frac{136\sqrt{C_2\%}}{n_1}$$

நூலின் குறுக்களவு அங்குலத்தின் பின்னமாகக் குறிப்பிடப்படுகையில் $\frac{1}{28\sqrt{N}}$ என்னும் மதிப்புக் கொண்டுள்ளமையால் $\frac{1''}{1000}$ என்னும் அலகில் $\frac{1000}{28\sqrt{N}}$ அல்லது $\frac{36}{\sqrt{N}}$ என்றாகும். தட்டையாதலைக் கணக்கில் கொண்டால் நூல் தடிமன் $\frac{36e}{\sqrt{N}}$ என்றாகும். துணியின் தடிமன் கீழ்க்காணும் இரண்டு எண் மதிப்புகளுள் உயர் மதிப்பாகும்.

$$t = h_1 + \frac{36e}{\sqrt{N_1}} \text{ அல்லது } h_2 + \frac{36e}{\sqrt{N_2}}$$

மேற்கூறியன யாவும் சிக்கலானவையேயாகும். இங்கு மிக எளிய சாதாரண நெசவு மட்டுமே கருதப்பட்டது. மற்ற நெசவு வகைகளுக்கும் கணக்கீடுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

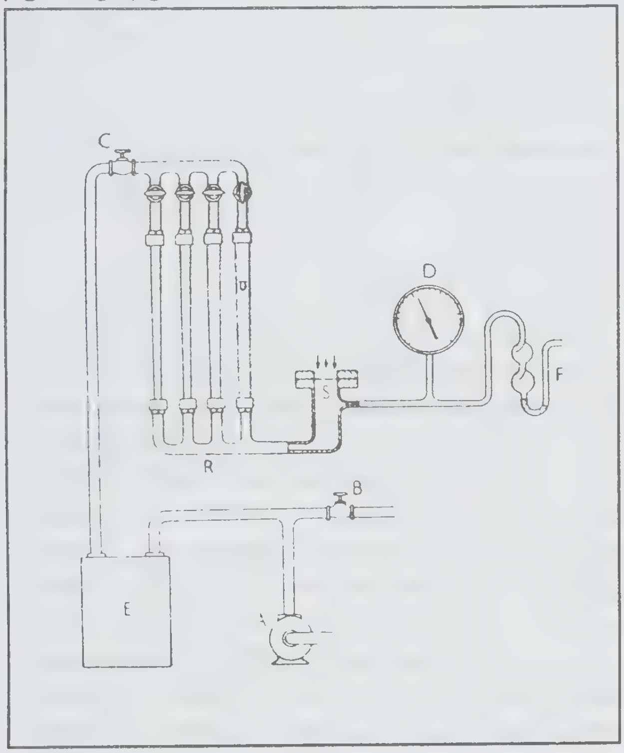
காற்றுப் புகவிடு திறன் (air permeability). நூல்களும் துணிகளும் ஆக்கப்படும் விதத்திலிருந்து துணியின் மொத்தக் கொள்ளளவில் பெரும் பகுதி காற்றிடமாகவே இருக்க முடியும் என்பது தெளிவாகும். இக்காற்றிடத்தின் பங்கீடு துணியின் பின்வரும் பண்புகளை அறுதியிட வல்லது. அவை கதகதப்பு, காற்று மழையிலிருந்து பாதுகாப்பு, தொழிலகப் பயன்களுக்கான துணிகளில் வடிகட்டும் திறன் ஆகியன. இதற்கு ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டு வெற்றிடத் தூய்மையாக்கி (vaccum cleaner) ஆகும். இக்கருவியிலிருக்கும் துணிப்பை காற்றை ஊடுருவவிட வேண்டும். ஆனால் தூசியையும் துகள்களையும் ஊடுருவவிடக்கூடாது.

1 செ.மீ. நீர் அழுத்தத்தில் 1 ச.செ.மீ. துணிப்பரப்பின் வழியே ஒரு நொடியில் புகுந்து செல்லும் காற்றின் கன அளவு (செ.மீ^{3}) அத்துணியின் காற்றுப்புகவிடும் திறன் எனப்படும். மாறாக, 1 செ.மீ. நீர் அழுத்தத்தில் 1 ச.செ.மீ. துணிப்பரப்பின் வழியே 1 செ.மீ^{3}. காற்று உட்புகுந்து செல்வதற்குத் தேவைப்படும் நொடி (நேரம்) துணியின் காற்றுத்தடை (air resistance) எனப்படும். மொத்தத் துணியின் கொள்ளளவில் காற்று நிரம்பியுள்ள இடத்தின் பின்னம் நுண்துளைமை (porosity) எனப்படும். துணியின் நீள, அகல, தடிமனிலிருந்து அதன் பருமனை அளக்கலாம். துணியில் இவ்விழைகளின் மொததப் பருமனும் தெரிந்தால் துணியின் நுண்துளை மையை எளிதில் மதிப்பிடலாம்.

இவ்வரையறைகளிலிருந்து காற்றுத்தடை காற்றுப் புகுவிடு திறனுக்கு மறுதலைப் பண்பு என்பது புலப்படும். எனினும் காற்றுப் புகுவிடு திறனைவிடக் காற்றுத் தடையே நடைமுறையில் பயன்படக்கூடியது. ஏனெனில் பல துணிகளை ஒன்றன்மீது ஒன்றாக நெருக்கி அடுக்கினால் இக்கட்டமைப்பின் மொத்தக் காற்றுத் தடை அவ்வமைப்பிலுள்ள துணிகளின் காற்றுத் தடைகளின் கூட்டுத்தொகையாகும். மேற்கூறிய வரையறையின்படி நுண்துளைமை ஒரு நிலையின் பண்பு (static property) ஆகும். எனவே நுண்துளைமைக்கும் காற்றோட்டத்தின் விளைவுக்கும் தொடர்பு ஏதும் இருப்பினும் அது எளிதாக இராது. ஸ்கிங்கிள் என்பாரின் கருத்துப்படி துணியின் சீர் செய்யப்பட்ட தன்மையைப் பொறுத்துக் காற்றுப்புகுதல் அமையும். ஆனால் நுண் துளைமைப் பாதிப்புறுவதில்லை.

காற்று உட்புகவிடு திறன் அளவை. இவ்வளவைக் கான பல கருவிகளில் ஷெர்னி கருவி முதன்மையானதாகும் (படம் 2). 20 ± 2^{0}C இலும், 65 ± 2% ஒப்பு ஈரப்பதனிலும் காற்று, துணியின் வழியே ஓர் இறைப்பியின் துணை கொண்டு இழுக்கப்படுகிறது. பாய்ம வீதத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு மாற்றுவழித் தடுக்கிதழ் (by pass valve) ஒன்றும் தொடர் தடுக்கிதழ் (series valve) ஒன்றும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. 0-25 மி.மீ. நீர் அழுத்த வரம்பில் அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ள (draught gauge) தேவைப்படும் அழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படுமாறு பாய்ம வீதம் சரிசெய்யப்படுகிறது. உயர்நிலைத் தடை

அளிக்க உரிய துணிகளுக்கு இழுவை இறைப்பியைச் சரிவர இயக்குவதற்குப் போதுமான காற்றுப் பாய்வு இருப்பதில்லை. தடுக்கிதழ் B ஐத் திறந்துவிட்டு இறைப்பிக்கு நேரடியாகக் காற்றை அனுப்பி இத்தடங்கலைப் போக்கலாம். காற்றோட்டத்தற்கு மிகக் குறைந்த தடை அளிக்கவல்ல துணிகளாயின் B முழுமையாகவோ பெருமளவுக்கோ மூடப்பட வேண்டும். நுண்ணிய அளவில் சரிபடுத்துவதற்குத் தடுக்கிழ் C பயனாகிறது. இறைப்பிக்குக் காற்று வந்து சேரும் பல பாதைகளில் தோன்றும் காற்றுத் திசைவேகத் தடுமாற்றங்களைச் சீராக்குவதற்கு E எனும் தேக்கக் தொட்டி நிறுவப்படுகிறது.



படம் 2. ஷெர்லியின் காற்று உட்புகவிடுதிறன் அளவீட்டுக் கருவி

ஏற்ற அழுத்த வீழ்ச்சி (1 செ.மீ நீரழுத்தம்) பெறப்பட்டு அழுத்த அளவியில் காட்டி நிலையான அளவைக் குறிப்பிடும்போது வரிசையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் நான்கு சுழல் அளவிகளுள் (rotameters) ஒன்றில் காற்றுப் பாய்ம விளைவு அளக்கப்படுகிறது. சுழலின் அளவியைத் தேர்வு செய்தல் துணியின் காற்றுப்புகவிடுதிறனைப் பொறுத்ததாகும். தவறுதலாக அழுத்த அளவியின் வரம்பை மீறும் அளவுக்கு வீழ்ச்சி தோன்றுமாயின் F எனும் தடுக்கிதழ் திறக்கப்படுகிறது.

ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் துண்டுத் துணியின் வடிவம் 1 அங்குலம் விட்டம் கொண்ட வட்டமாகும். இதன் பரப்பளவு 5.07 செ.மீ.^{2} ஆகிறது. இவ்வளவைகளிலிருந்து துணியின் காற்றுப்புகவிடுதிறனையும் தடை இயல்பையும் அளக்கலாம். 5 மாதிரித் துண்டுத் துணிகளின் சராசரிப் பாய்ம விரைவைக் கணக்கிட்டு அதனை 5.07 ஆல் வகுத்தால் துணியின் காற்றுப்புகவிடும் திறன் செ.மீ^{3}/நொ என்னும் அலகில் கிடைக்கும். மாறாக 5.07 - ஐச் சராசரி பாய்ம விரைவில் வகுத்தால் துணியின் காற்றோட்டத்தடை நொடி/செ.மீ. என்னும் அளகில் கிடைக்கும்.

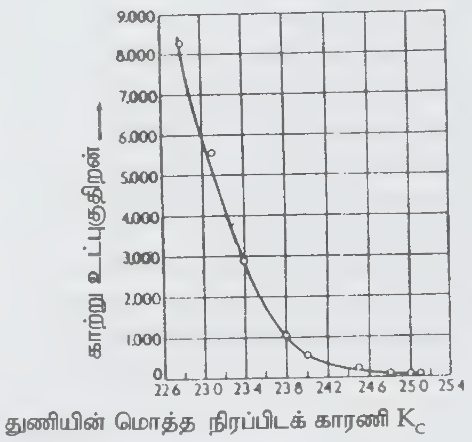
துணியின் காற்றுப்புகவிடும் திறனுக்கும் நிரப்பிட அளவுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. தளர் நெசவு கொண்ட துணி தடையின்றிக் காற்றைப் புகவிடும். ஒரு குறிப்பிட்ட ஆய்வுத் தொகுதியில் நிரப்பிடக் காரணி 22.8 இலிருந்து 25.1 ஆக உயருகையில் காற்றுப்புகவிடும் திறன் 8,290 இலிருந்து 86 ஆகக் குறைந்துள்ளது. சம நிரப்பிடக் காரணி மதிப்புக் கொண்ட இரு வேறு துணிகள் ஊடு முறுக்குக் காரணிகளில் (weft twist factors) வேறுபட்டிருந்தால் காற்றுப்புகவிடு திறனும் மாறுபடும். எனினும் இத்தொடர்புகள் எந்தவோர் எளிய வாய்ப்பாட்டிலும் அமைவதில்லை. கிளேட்டன் என்பார் காற்றுப் புகவிடுதிறனை 100-ஆல் பெருக்கி, புதியதோர் அலகில் புகவிடுதிறனை P குறிப்பிட்டார்.

$$P = \frac{100V}{Ap}$$

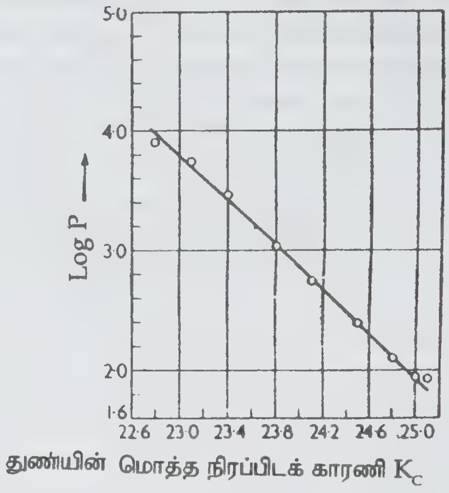
P = அழுத்தத் தலைப்பு (1 செ.மீ. நீர்)
V = மாதிரி வழியே ஒரு நொடிக்குப் பாயும் காற்றின் கன அளவு
A = ஆய்வுத் துண்டின் பரப்பளவு (செ.மீ.^{2})

P ஐ K_C உடன் வரைபடமாக்கினால் படம் 3 உம் logP ஐ K_C உடன் வரைபடமாக்கினால் படம் 4 உம் கிடைக்கின்றன. படம் 5 இல் துணியின் காற்றுப் புகவிடுதிறன் ஊடுநூல் முறுக்குக் காரணியுடன் நேர்விகிதத் தொடர்பு கொண்டுள்ளமையைச் சுட்டுகிறது. முறுக்கேற்றத்தினால் துணி ஒரு கம்பிவலையின் அமைப்பை எய்துகிறது.

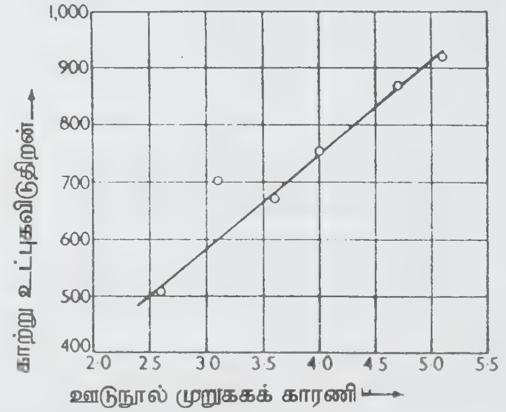
துணிகளின் வெப்பவியல்புகள். இவை நெசவாலைகளைவிடத் துணி ஆராய்ச்சி நிறுவன ஆய்வகங்களிலேயே பெரும்பாலும் அளந்தறியப்படுகின்றன. துணியுறை இழைகளின் வெப்பக் கடத்துந்திறனைவிடத் துணியிலுள்ள காற்றிடம் துணியின் கதகதப்புக்கு அடிப்படைக் காரணமாகிறது. பல துணி வகைகளை ஆய்வுக்குட்படுத்தியதன் விளைவாக வெப்பக் காப்பீட்டு எண்களைத் (thermal insulation values) துணியின் தடிமனுடன் வரைபடமாக்கினால் ஒரு நேர்கோட்டுத் தொடர்பு தெரிகிறது. பலரும் நினைப்பது போல் நூல் இடைவெளியில் காற்றுப் பிடித்து வைக்கப் படுவதில்லை. காற்று இழைப் பரப்பின்மீது ஒட்டுகிறது.



படம் 3



படம் 4



படம் 5

பல்வேறு ஆய்வுகளின் வாயிலாக அறியப்படும் வெப்பவியல்புகள் காறமறோட்டமிராத சூழ்வெளிகளில் அளக்கப்படுகின்றன. நடைமுறையிலோ காற்றோட்டம் இருந்தால்தான் வெப்ப இயல்புகளின் பாதிப்பை உணர முடியும். வெப்பக் காப்பீட்டு எண் (TIV) என்பது ஒர பரப்பைத் துணியால் மூடுவதால் தவிர்க்கப்படும் வெப்ப இழப்பின் சதவிகிதமாகும்.

$$TIV = \frac{100(H_0 - H_c)}{H_o}$$

H_O = மூடப்படாத பரப்பின்மீது ஒரு நொடியில் நிகழும் வெப்ப இழப்பு.

H_C = மூடப்பட்ட பரப்பின்மீது நிகழும் இழப்பு.

துணியின் விறைப்பும் துவளுமையும் (stiffness and drape). எந்திரங்களுக்காகவோ பிற தொழிலகப் பயன்களுக்காகவோ தேவைப்படும் துணிகளுக்கான வலிமை, நீட்சிமை, வேதிப் பொருள் தாக்க எதிர்ப்பு ஆகியன பற்றி எண், மதிப்புகளுடனான செய்திக் கையேடுகளில் தரப்பட்டுள்ளது. மாறாக உடைக்காகத் துணி தேர்ந்தெடுக்கப்படுகையில் எண் மதிப்புகளுடன் கூடிய இயல்புகள் கிட்டுகின்றன என்றாலும் எண் மதிப்புகளினால் குறிப்பிட வாய்ப்பில்லாத தன்மைகளே பெரிதும் ஆய்வுக்குள்ளாகின்றன. தோற்றம், பளபளப்பு, வழவழப்பு, சுரசுரப்பு, விறைப்புத்தன்மை, நெகிழ்வு, துவளுமை ஆகியன இவ்வகை இயல்புகளுள் அடங்கும். பரந்த வரம்பிலிருந்து துணியைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டியிருக்கையில் துணியைத் தேர்வு செய்பவர் அனைத்து வகைத் துணிகளையும் கூர்ந்து நோக்கித் தொட்டுப் பார்த்துப் பின்பே முடிவெடுக்க வேண்டியுள்ளது. பல தன்மைகளை உடனிகழ்வாகவும் விருப்பு வெறுப்புக்குட் பட்டும் மதிப்பிட்டுப் பார்த்துப் படிநிலை வரிசையில் அமைக்க வேண்டியுள்ளது.

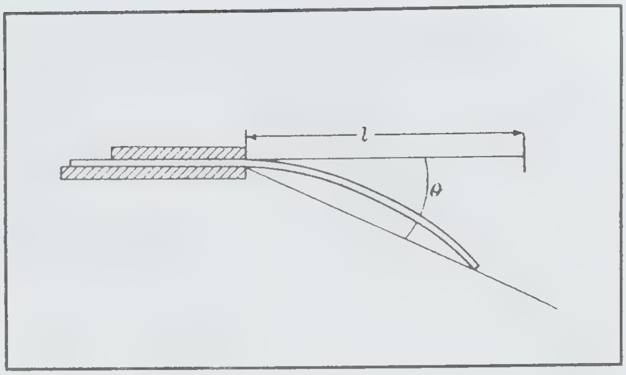
துணிக் கையாளுமை (handle), குறிப்பாகத் தொட்டுனர் தலைப் பொறுத்ததாகும். துவளுமை என்னும் சொல்லுக்கு உடலின்மீது பாங்குடன் அமைதல் என்று பொருள். துவளுமை எப்போதுமே விரும்பப்படும் இயல்பு எனக் கொள்ளக்கூடாது. கடந்த 30 ஆண்டுகளுக்கும் மேலாகக் கையாளுமை, துவளுமை ஆகிய தன்மைகளை மதிப்பிடுவதற்கு இரண்டு உத்திகள் செய்லபடுத்தப்

படுகின்றன. இத்தன்மைகளுக்கு அடிகோலும் கூறுகளை ஆராய்ந்து தக்க கருவிகளைக் கொண்டு அளந்தறிந்தனர். இவ்வாய்வு முடிவுகள் எந்த அளவுக்குத் தனி நபர்கள் அல்லது ஒரே வகை விருப்புடைய மக்களின் கருத்துகளுடன் ஒத்துப்போகின்றன என்று புள்ளியியல் உத்திகளைப் பயன்படுத்தி அறிய முற்பட்டனர். நெகிழ்வு அளவி (flexometer), ஷெர்லியின் விறைப்பு மற்றும் மடிப்பு ஆய்வுக்கருவி (stiffness and crease tester) ஆகியன இத்துறையில் ஈடுபடுத்தப்படும் கருவிகள் சிலவாகும்.

ஷெர்லியின் விறைப்பு ஆய்வு அளவி. 6 x 1 சதுர அங்குலப் பரப்பளவு கொண்ட துணி நாடாவை ஒரு சமதளப் பரப்பின்மீது ஒரு பகுதி தூம்புக்கோலைப் (cantilever) போல் துருத்தித் தொங்கிக் கொண்டிருக்குமாறு பொருத்த வேண்டும் (படம் 6). துணி நாடாவின் நீளம் (l), வளைவுக்கோணம் (θ) ஆகியவற்றிலிருந்து பல துணை யலகுகளை அறுதியிடலாம். தன் பளுவையே தாங்க முடியாமல் வளையும் துணியின் நீளம் (C) கீழ்க்காணும் வாய்பாடுகளின் வாயிலாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

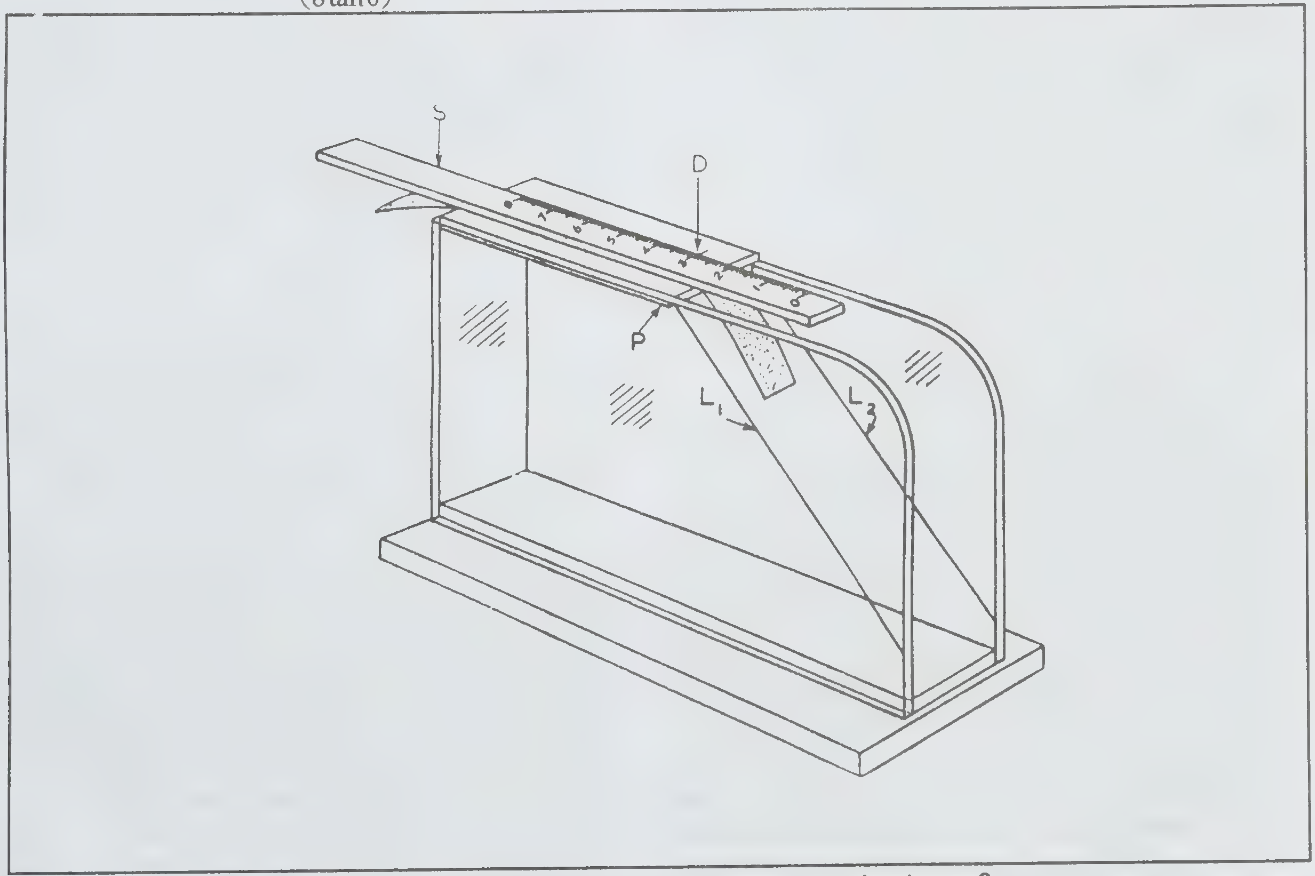
$$C = l \times f(\theta)$$

$$f(\theta) = \left(\frac{\cos\frac{1}{2}\theta}{8\tan\theta}\right)^{\frac{1}{2}}$$



படம் 6. ஷெர்லியின் விறைப்பு ஆய்வு அளவி

வளைவுக் குணகம் (*bending modulus*)(q) இது ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் துண்டுத் துணியின் பரிமாணங் களுக்கத் தொடர்பற்றது. எனவே இதனை உள்ளார்ந்த விறைப்புத்தன்மை (intrinsic stiffness) எனலாம். துணியின் பல்வேறு தடிமன்களில் விறைப்புத் தன்மையை ஒப்பீடு செய்வதற்கு இத்துணையலகு பயன்படுகிறது.



படம் 7. ஷெர்லியின் விறைப்புத்தன்மை ஆய்வுக்கருவி

$$q = \frac{732G}{g_1^{\,3}} \text{ கி.கி/செ.மீ}^2 \text{ (அ) } \frac{12G \times 10^{-6}}{g_2^{\,3}} \text{ கி.கி/செ.மீ}^2$$

இங்கு g_1 = துணியின் தடிமன் (அங்குலத்தில் ஆயிரத்தில் பங்குகள்)

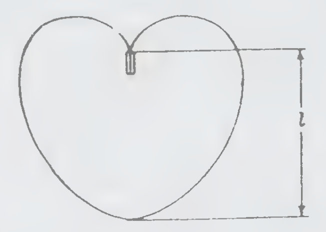
g_2 = துணியின் தடிமன் (செ.மீ. இல்)

G = விறைப்புத்தன்மை (flexural rigidity).

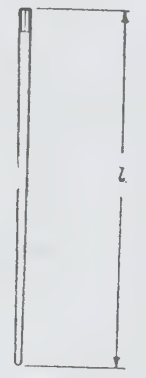
ஷெர்லி விறைப்புத்தன்மை ஆய்வுக்கருவி பிரிட்டிஷ் தர நிர்ணயக் கழகக் கையேட்டில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 7). பாவுத் திசையில் மூன்று மாதிரிகளும் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. ஆய்வு முடிவுகளை ஈரப்பதன் பாதிப்பதால் தரமான ஆய்வுச் சூழல் உருவாக்கப்படுதல் தேவை.

மிகவும் தொய்வுறும் துணிகளுக்கு ஷெர்லி ஆய்வு ஏற்றதன்று. அவ்வகைத் துணிகளுக்குப் பியர்ஸ் என்பார் இதய வடிவ வளைய ஆய்வு (heart loop test) என்பதைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். துணியைப் படம் 8இல் சுட்டிக் காட்டப்பட்டுள்ளமை போன்று வளையமாகப் பொருத்த வேண்டும். விறைப்பான துணி படம் 8 இல் காட்டப்பட்டுள்ள வடிவிலும் தொய்வுறும் துணி படம் 9 இல் காட்டப் பட்டுள்ளமை போல் செங்குத்தாகவும் தொங்கும். எனவே இங்கு விறைப்புத்தன்மை, அளக்கப்படும் துணி நீளத்திற்கு எதிர் விகிதத்திலிருக்கும். பிடிப்பியால் பொருத்தப் பட்டிருக்கும் நிலையிலிருந்து வளையத்தின் அடிப்பகுதிக் குள்ள தொலைவு நீளமாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

தொய்வு நீளம் $C = l_0 f_2(\theta)$ என்றும் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடப்படுகிறது. இங்கு $\theta = 32.85^0 \times \frac{d}{l_0}$;



படம் 8



படம் 9

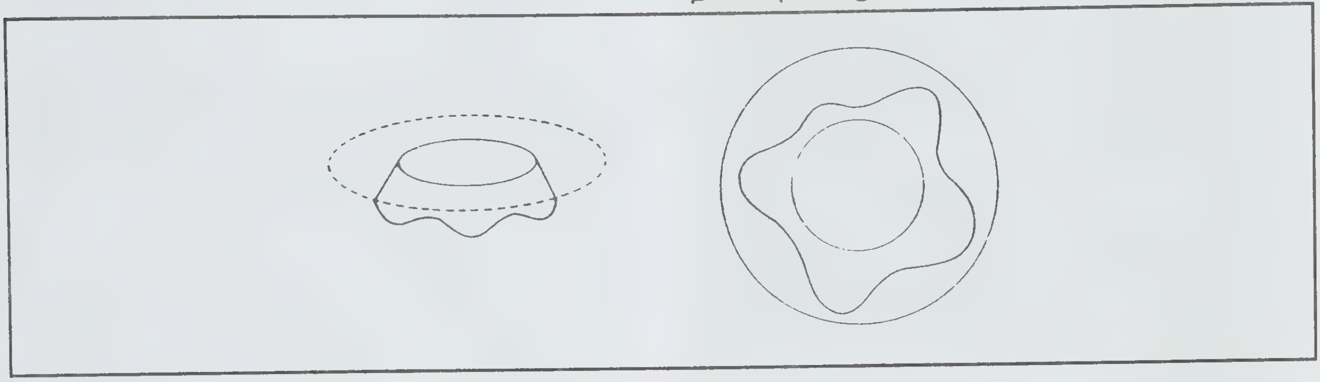
$d = l - l_0$; l = வளையத்தின் நீளம் ; $l_0 = 0.1337L$; L = மாதிரித் துணியின் நீளம்; $f_2(\theta) = \left(\frac{\cos\theta}{\tan\theta}\right)^{\frac{1}{2}}$

கருவியின் கிடக்கை மேடையை இரு நெகிழ் துண்டுகள் பக்கவாட்டில் அணைக்கின்றன. இப்பக்கத் துண்டுகளில் $41\frac{1}{2}^0$ சாய்வுக் கோணத்தில் சுட்டும் கோடுகள் பொறிக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கோணத்தில் $f(\theta) = 0.5$ ஆகும். கருவியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கண்ணாடியின் வழியே ஆய்வாளர் இக்கோடுகளை நன்கு நோக்க முடிகிறது. வளையும் நீளம் செ.மீ.இல் அளவீடு செய்யப்பட்ட ஓர் அளவைப்பட்டை, மாதிரித் துண்டை தக்க அளவுக்கு வெட்டி எடுப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. ஒவ்வொரு மாதிரித் துணியையும் நான்கு முறைகள் ஆய்வுக்குள்ளாக்க வேண்டும். பின்பு மாதிரித் துணிகளைத் திருப்பி அமைத்து நான்கு முறைகள் அளவிடல் வேண்டும். இவ்வளவை களிலிருந்து பாவு ஊடு இரு திசைகளிலும் வளைத்து நீளத்தின் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

மேற்கூறிய விறைப்பு ஆய்வுகள் யாவும் ஒரு தருணத்தில் ஒரு திசையில் மட்டுமே அளவெடுக்கப் படுபவையாகவும் துவளுமையோ அனைத்து திசைகளிலும் நிகழக்கூடிய தெனவும் ஒரு குறைபாடு சுட்டிக்காட்டப்பட்டது. இதனைக் கருத்திற்கொண்ட பியர்ஸ் பாவு ஊடு திசை தவிர வேறு திசைகளிலும் விறைப்புத்தன்மையை அளந்தார். எனினும் பாவு மற்றும் ஊடு திசைகளில் கண்டறியப்படும் மதிப்பு களிலிருந்து எத்திசைக்கான விறைப்புத்தன்மையும் கணக்கிட்டு அறியலாம் என்னும் உண்மை சாய்வுக் கோணங்களின் விறைப்புத்தன்மை அளத்தலைத் தேவையற்றதாக்கிவிடுகிறது.

துவளுமை அளவி (drapemeter). : அமெரிக்கத் துணி ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் துவளுமையை அளப்பதற்கு வழிமுறை கண்டுள்ளன. துணிக் கடைகளிலும் தையலகங்களிலும் மனித உருவப் பொம்மைகளின்மீது போர்த்தப்பட்டிருக்கும் துணியின் வனப்புமிக்க மடிப்புகள் இம்முறையில் மதிப்பிடப்படுகின்றன.

துணிப்பொருள் மடிப்புறுதலும் கசங்குதலும் இழுவை, அமுக்கம், முறுக்கு, வளைதல் எனப் பல தகைவுகளின் சிக்கலான கலவை விளைவுகளாகும். மடிப்புத் தடை இறங்குவரிசையில் துணிவகைகளை ஒழுங்குபடுத்தினால் கம்பளி > பட்டு > அசெட்டேட் ரேயான் > விஸ்கோஸ் ரேயான் > குப்ரம்மோனியம் ரேயான் > பருத்தி > லினன் என்னும் நிலை தெரியவரும்.



படம் 10. அ, ஆ

10 அங்குல விட்டம் கொண்ட வட்ட வடிவிலான மாதிரித் துணியை 5 அங்குலம் விட்டம் கொண்ட வட்டத் தகட்டின்மீது போர்த்தினால் தட்டின் பரப்புக்கு வெளியே துருத்திக் கொண்டிருக்கும் பகுதி வட்ட வடிவம் கொண்டிராது (படம் 10). துவளுமைக் குணகம் (drape coefficient) என்னும் துணையலகு F வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$F = \frac{A_s - A_d}{A_D - A_d}$$

A_D = மாதிரித்துணியின் பரப்பளவு
A_d = தாங்கும் அமைப்பின் பரப்பளவு
A_s = துருத்தி நிற்கும் பகுதியின் பரப்பளவு

மடிப்புத் தடை மற்றும் மடிப்பு மீட்பு (crease resistance and crease recovery). துணி சீர் செய்தலுக்கு ஓர் அறிமுகம் என்னும் நூலில் மார்ஷ் என்பார் இத்தலைப்பில் பல பயனுள்ள தகவல்களைக் கூறியுள்ளார்.

மடிப்புக்குள்ளாகும் துணிகளுக்குள் மிகவும் கேடுறுபவை செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகளேயாகும். பருத்தித்துணியில் இக்குறையைப் போக்குதலே துணித் தயாரிப்பில் அருஞ்செயலாகும். மடிப்புறாமல் உள்ளமையைவிட மடிப்புற்றாலும் எளிதில் மீட்கவல்ல தன்மை பெற்றுள்ளமையே சிறந்தது. அவ்வகையில் கம்பளி சிறந்தது. இங்கும் நெசவு வகையைப் பொறுத்து மடிப்புத் தடை அமைகிறது.

வேதிப் பல்லுறுப்பிகளான ரெசின்களைப் புகுத்திக் கீழ்க்காணும் நிலைகளைப் பெறலாம். அவை மடிப்புக்குத் தடை மற்றும் மடிப்பிலிருந்து மீட்பு ; எளிதில் உலரும் தன்மை குறைந்த சுருக்கம், உலர் நிலையிலும் ஈர நிலையிலும் உயர்ந்த இழுவலிமை; சாயத் திடம்; ஒலி மற்றும் சூழ்வெளிப் பாதிப்புக் குறைதல்; துவளுமை ஏற்றம் என்பவனவாகும்.

தேய்மானத் தடுப்பும், கிழிதல் வலிமையும் குறைவதற்கு வாய்ப்புண்டு எனினும் தக்க கவனத்துடன் செயல்பட்டால் இக்குறைகளை அகற்ற இயலும்.

மடிப்பு மீட்பு அளவை. துணியிலிருந்து பாவு ஊடு இரு திசைகளிலும் மாதிரித் துண்டுகளை (4 x 1 செ.மீ.) வெட்டி, மடித்து 500 கி. எடை தொங்கவிடப்பட்ட எஃகுச் சுருளினால் அழுத்தி மடிப்பை நிலைப்படுத்த வேண்டும். 5 நிமிடங்களுக்குப் பின்பு மாதிரித் துணியை அகற்றி ஒரு கம்பியிலிருந்து தொங்கவிட வேண்டும். மேலும் மூன்று நிமிடங்கள் கழிந்த பின்புவடிவிலுள்ள மாதிரித்துணியின் இரு முனைகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவை அளக்க வேண்டும். மாதிரித் துணியைத் தொடருவதைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுக் கம்பிக்குக் கீழ் அளவை பொறிக்கப்பட்ட கண்ணாடியில் இத்தொலைவைப் படிக்கலாம்.

துணி முழுமையாக மீட்புறுமாயின் மடிப்புற்ற இரு முனைகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு 40 மி.மீ. ஆகும். ஆனால் அவ்வாறான துணிக்குத் துவளுமை குறைவாகவே அமைந்திருக்கும். பட்டறிவினால் அறியப்பட்ட உண்மை

யாதெனில் எந்தத் துணியின் மடிப்பு மீட்பும் நல்ல மணிக்கம்பளியின் மடிப்பு மீட்பான 33-35 மி.மீ. வரம்பை மீறுதல் கூடாது என்பதேயாகும்.

படம் 11. ஷெர்லி மடிப்பு மீட்பு ஆய்வுக் கருவி

ஷெர்லி மடிப்பு மீட்பு ஆய்வு. இக்கருவியில் (படம் 11) ஒரு வட்ட வடிவ எண் முகப்புடன் மாதிரித் துணியை இருத்தி வைப்பதற்கு ஒரு பிடிப்பியும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. எண் முகப்பின் நடுவில் ஒரு கத்தி விளிம்பும் குறி காட்டியும் மீட்புக் கோணத்தை அளப்பதற்காகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. டூட்டல் (Tootal) ஆய்வில் தொலைவு அளக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக இங்குக் கோணம் அளக்கப்படுகிறது. கருவியின் அளவுகோல் எண்முகப்பில் பொறிக்கப்பட்டுள்ளது. 2" x 1" ஆசுப் பலகையினால் துணியில் மாதிரித் துண்டை வெட்டி எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இதைச் சரி பாதியாக மடித்து இரு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையில் பொருத்தி 2 கி.கி. எடைக் கல்லை ஏற்ற வேண்டும். ஒரு நிமிடத்திற்குப்பின் பளுவை அகற்றி மாதிரித் துணியைக் கருவியிலுள்ள பிடிப்பியில் பொருத்தி மடிப்பிலிருந்து மீள்வதற்கு வாய்ப்பளிக்க வேண்டும். இம்மீட்பு நிகழுகையில் கருவியின் எண்முகப்பு துண்டுத் துணியின் தொங்கும் துணி கத்திவிளிம்புடன் ஒரே கோடாக அமையும் வகையில் சுற்ற வேண்டும். மேலும் ஒரு நிமிடம் சென்ற பின்பு மீட்புக் கோணம் அளவுகோலில் சுட்டியபடி குறித்துக்கொள்ளப்படுகிறது. ஒவ்வொரு திசையிலும் நிகழ்த்தப்படும் 10 ஆய்வு முடிவுகளின் சராசரிகளாகப் பாவு ஊடின் இருவகை மீட்புக் கோணங்களும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. துணியின்மீது ஏற்றப்படும் பளு, மடிப்புறும் நேரம், மீட்பு நேரம் ஆகியன துணிக்கு ஏற்றாற்போல் மாற்றப்படலாம்.

1956 ஆம் ஆண்டு ஜெர்மனியில் உருவாக்கப்பட்ட முறையில் ஒரு துணிப்பட்டை மடிக்கப்பட்டு, ஒரு மணி நேரத்திற்கு 1 கி.கி. பளுவேற்றி மீட்பதற்கு விடப்படுகிறது. 5 நிமிடங்களுக்குப் பின்பும் மீண்டும் ஒரு மணி நேரத்திற்குப் பின்பும் மீட்புக் கோணம் அளக்கப்படுகிறது.

லினன் தொழில் ஆராய்ச்சிக் கழகம் ஓர் எளிய விரைவான ஆய்வை உருவாக்கியது. மாதிரித்துணியைக் கையினுள் சுருட்டிக் கசக்கிப் பின்பு மீள்வதற்கு வாய்ப்பளிக்க வேண்டும். மீட்பு விரைவைக் கண்ணால் நோக்கி மதிப்பிடல் வேண்டும். 4″ செ.மீ. விட்டமுள்ள துணித்துண்டை ஓர் ஆர அளவுக்கு வெட்டி விசிறி மடிப்பு மடித்து, 10 கி.கி. பளுவைக் கொண்டு 3 நிமிடங்களுக்கு நிறுத்தி வைக்க வேண்டும். இதனை ஒரு கண்ணாடிக் கிண்ணத்தில் வைத்து அறுதியிடப்பட்ட முறையில் குலுக்க வேண்டும். பின்பு மாதிரித் துணியை ஒரு மேசைமீது வைத்து செங்குத்தான ஒளி வீச்சுக்குட்படுத்திக் கோணத்தை அளக்க வேண்டும். எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியை ஒளிமின்கலத்தில் பதிவு செய்து மடிப்பு மீட்பைத் துல்லியமாக அளந்தறியலாம்.

மற்றொரு நேரடிப் பார்வை முறையில் துணியைத் தாறுமாறாகக் கசக்கி மீட்பைப் பல்வேறு மீட்பு நிலைகளிலுள்ள கருத்துப் படிமங்களுடனோ (3 dimensional models) நிழற்படங்களுடனோ ஒப்பீடு செய்து அறியலாம். துணியை ரப்பர் குழாய்களுடன் புகுத்தி ரப்பர் குழாயில் வெற்றிடத்தை உருவாக்கிச் சுருங்கச் செய்து துணியின் மடிப்பைப் புகுத்திக் கருத்துப் படிமங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

உழைப்பு தேய்மானம் தேய்மான எதிர்ப்பு. ஏறத்தாழ 60க்கும் மேற்பட்ட தேய்மான வகை ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப் பட்டுள்ளன என்றாலும் துணியின் இத்தன்மையைப் பற்றி மட்டும் எதிர்பார்ப்புகள் சரிவர அமைவதில்லை. நுகர்வோரால் ஒரு துணி அல்லது உடை பயன்படுத்தத்தக்கதன்று என்று கருதப்படும் வரை அத்துணி உழைப்பதாகக் கருதப்படும்.

பயனுள்ளதாகக் கருதப்படும்வரை ஒரு துணிக்கு மதிப்பு உண்டு. நுகர்வோருக்கிடையே முற்கோள்கள் (prejudices) மிகுந்த வேறுபாடு கொண்டவையாதலால் ஒருவர்

பயன்மிக்கது எனக் கருதும் உடை மற்றொருவருக்குப் பயனற்றதாகலாம். எடுத்துக்காட்டாக மகளிர் அணியும் உடைகள் மிகு விரைவிலேயே பழைய பாணி (old fashioned) ஆவதற்கு வாய்ப்புள்ளது. கிழிந்தோ, நைந்தோ போகாது திடமாகவும் கச்சிதமாகவும் உள்ள உடையைக் கூட நாகரிகம் மாறிவிட்டது என்னும் காரணத்தால் அணிய முடியாமற் போகலாம். அந்நிலையில் அது பெரும்பாலான நுகர்வோருக்குப் பயனற்றதாகிவிடும். சில நேரங்களில் சில உடைகளைக் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலை அல்லது வேளையில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். பொருளாதார ஏற்றத் தாழ்வுகள் மலிந்த இவ்வுலகில் ஒரு சாரார் பயனற்றது எனப் புறக்கணிக்கப்பட்ட உடையை மற்றொரு சாரார் விரும்பி உடுத்துவது தெளிவான உண்மையாகும். யாராலும் உடுத்த இயலாத அளவுக்குக் கிழிந்தாலும் துடைப்பதற்கும் அடைப்பதற்கம் துணிகள் தேவைப்படுகின்றன.

மடித்தல், நீட்டுதல், கிழித்தல், தேய்த்தல், சலவை செய்தல், நனைத்தல், கசக்குதல், பிழிதல் எனப் பலவகைகளில் துணி தேய்மானமுறுகிறது. துணி தேய்மானமுறுதல் அதன் சமதளப் பரப்பிலோ மடிப்புகளிலோ கழுத்துப்பட்டையிலோ அனைத்துப் பகுதிகளிலுமோ நிகழக்கூடும். மீண்டும் மீண்டும் தகைவுக்குட்படுவதால் தேய்மானம் ஏற்படுகிறது. பெரும்பாலும் தேய்மான எதிர்ப் புத்திறன் இழை நிலையிலேயே புகுத்தப்படுகிறது. இத்துணையலகை அளப்பதற்குக் கீழ்க்காணும் காரணிகள் துல்லியமாக அறியப்படவேண்டும். அவை தர அறுதியிடல் செய்யப்பட்ட ஆய்வுச்சூழல் அளவைக் கருவித் தேர்வு (இது தேய்மான வகையைப் பொறுத்தது), தேய்க்கும் இயக்கத்தின் வகை (சுழலும் அமைப்பு, இரு புறமும் தேய்ப்பு, பல்திசைத் தேய்ப்பு), தேய்க்கும் பொருள் தேர்வு (எ.கு சிலிக்கான் கார்பைடு, மணிக்கம்பளி, சாக்கு, உப்புத்தூள்), தாங்கு அமைப்பு (backing), துணி மற்றும் கருவியின் தூய்மை.

ஆய்வின் இறுதி நிலையை அறுதியிட ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் தேய்மானச் செயல்முறையை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்த்த வேண்டும் அல்லது துணியில் ஒரு துளையோ கிழிசலோ தோன்றும் வரையோ நூல் பிரிந்து வரும் வரையோ நிகழ்த்தலாம். தேய்மான சேதத்தை அளப்பதற்குப் பல முறைகள் உள்ளன. அவை : தேய்மானத்திற்கு உட்படுத்தப்படாத மாதிரித் துணியுடன் ஒப்பீடு; ஒரு துளையையோ நூல் பிரிப்பையோ கிழிசலையோ உருவாக்குவதற்குத் தேவைப்படும் தேய்ப்புகளின் எண்ணிக்கை ; எடை இழப்பு, தடிமன் மாற்றம், வலு இழப்பு, காற்றுப் புகவிடும் திறன், பளபளப்பு ஆகியவற்றில் மாற்றம், நுண்ணோக்கியின் துணைகொண்டு தெரிய வரும் பாதிப்புகள் என்பன.

ஆய்வு முடிவுகளுக்கான பொருள் விளக்கம் ஆய்வின் நோக்கத்தைப் பொறுத்ததாகும். பயனுறு தன்மையின் அடிப்படையில் ஆய்வுக்கான மாதிரிப் பொருள்களை அடுக்கலாம் என்றாலும் வெவ்வேறு கருவிகள் வெவ்வேறு வரிசைகளில் அடுக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு வகை இழைக்கும் அவ்விழைத் தயாரிப்பாளர்களும் ஆராய்ச்சியாளர்களும் தனித்தனியே ஆய்வுக்கருவிகளை உருவாக்கியுள்ளனர். கம்பளித் தொழில் ஆராய்ச்சி நிறுவனம், லினன் தொழில் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் ஆகியன இத்துறையில் குறிப்பிடத்தக்கனவாகும். இக்கருவிகளுள் BFT தேய்மான அளவி உலகளாவிய வகையில் பயனாகிறது. பந்து, மடக்கு (flex), தட்டை (flat) என மூன்று வகை ஆய்வு முறைகள் உள்ளன. இவற்றில் ஆய்வு முடிவுகளை ஒருங்கிணைத்து M (figure of merit) கணக்கிடப்படுகிறது.

$$M = \frac{3}{\left(\frac{1}{B}\right) + \left(\frac{1}{P}\right) + \left(\frac{1}{F}\right)}$$

B = பந்து வகை ஆய்வு முடிவு ; P = மடக்கு வகை ஆய்வு முடிவு. F = தட்டை வகை ஆய்வு முடிவு. மூன்றின் எண் மதிப்புகளும் 100 ஆக இருப்பின் M இன் மதிப்பு 100 ஆகும். இவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றின் மதிப்பு எடுத்துக்காட்டாக F இன் மதிப்பு குறையுமாயின் (F=2) M இன் மதிப்பு (5.7 ஆக) குறையும்.

துணியின் மீது குளிகை ஒட்டல். துணியின் புறப்பரப்பில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் நுண்ணிய இழை முடிச்சுகள் துணிக்குப் பொலிவற்ற தோற்றத்தைத் தரும். துணிப் பரப்பிலிருந்து துருத்திக் கொண்டிருக்கும் தளர்நிலை இழைகள் துணியை உடுத்தும்போதும் துவைக்கும்போதும் ஒன்றோடொன்று பிணைந்து திரள் முடிச்சுகளாகின்றன. இம்முடிச்சுகள் துணியின் மற்ற இழைகளால் புறப்பரப்பில் இருத்தி வைக்கப்படுகின்றன. துணியில் இடம்பெறாத இழைகள் இம்முடிச்சுகளில் இடம் பெற்றால் துணியின் நிறத்திற்கும் இம்முடிச்சுகளின் நிறத்திற்கும் வேறுபாடு தோன்றும். இவ்வகைக் குறை, கம்பளி பின்னல்வகைத் துணிகளில் அடிக்கடி காணப்படும். ஆனால் கம்பளியிலிருந்து இம்முடிச்சுகளை அகற்றதல் எளிது. டெரிலீன், நைலான் போன்ற தொகுப்பு இழைத் துணிகளிலோ இம்முடிச்சுகள் நிலைத்து நிற்கின்றன. இதன் விளைவாகத் துணியின் தோற்றப் பொலிவு குன்றிவிடுகிறது.

இழைகள் இடம்பெயர்வதைத் தடுத்தல் வாயிலாக இக்குறையைக் களையலாம். நூல்களின் முறுக்கேற்றக்

காரணிகளை உயர்த்துதல், துருசினால் பெருக்குதல் துருத்திக்கொண்டிருக்கும் இழைகளைக் கத்தரித்தல் போன்றவை எளிய முறையில் குளிகைத் தவிர்ப்புக்கு உதவும். நைலான் துணிகளைப் பொறுத்தவரை இழைகளின் டெனியரை (denier) உயர்த்தி இழைகளின் விறைப்புத் தன்மையைக் கூட்டினால் இழைகள் ஒன்றன்மீது ஒன்று வளைதல் தடுக்கப்பட்டுக் குளிகைகள் உருவாதல் தவிர்க்கப்படுகிறது என அறியப்பட்டுள்ளது.

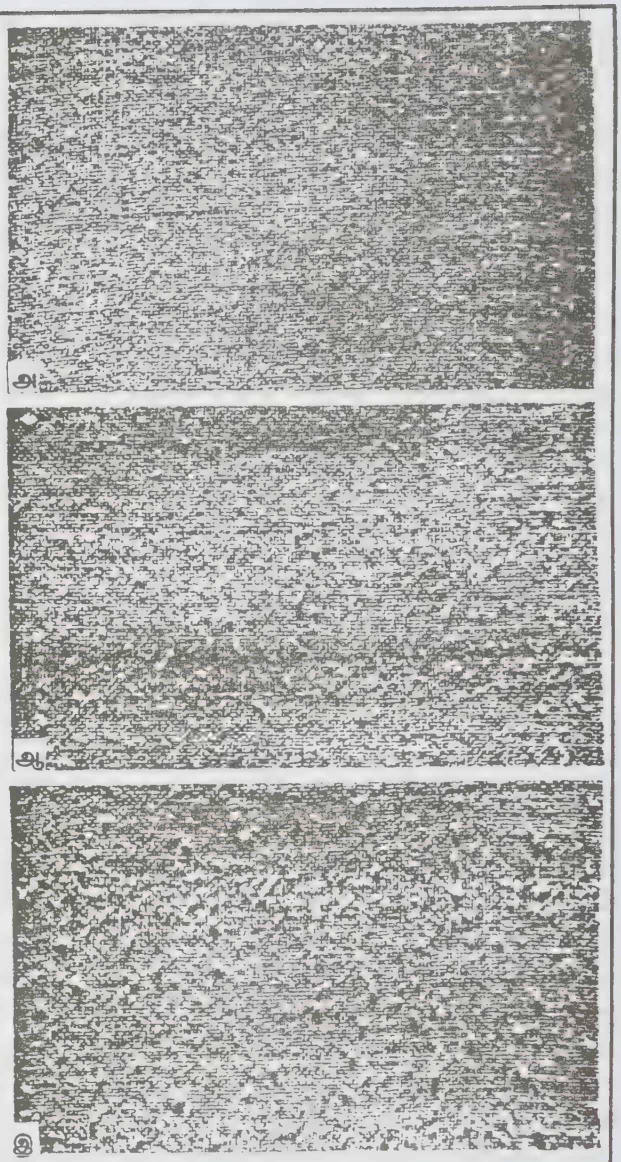
குளிகை ஆய்வு (pilling test)**.** இன்று வரை தர அறுதிச் செய்யப்பட்ட குளிகை ஆய்வு முறைகள் தோற்றுவிக்கப் படவில்லை. கட்டுப்பாடான சூழ்நிலைகளில் துணியைத் தேய்த்து, தோற்றுவிக்கப்படும் குளிகைகளின் எண்ணிக் கையை அறிதல் அல்லது குளிகை மலிந்த துணியைத் தரமான மாதிரிகளுடன் ஒப்பிடுதல் எனும் செயல்முறையே தற்போது கையாளப்பட்டு வருகிறது. மார்டின்டேல் தேய்மான ஆய்வுக்கருவி (Martindale abrasion tester), HATRA (Hosiery and Allied Trades Research Association) முறை, ICI குளிகைப் பெட்டி முறை, டு பாண்ட் முறைசாரா ஆய்வுக்கருவி ஆகியன இத்துறையில் குறிப்பிடத்தக்க வையாகும். படம் 12 குளிகைத் தோற்றத்தை விளக்குகிறது. (அ) இலிருந்து (இ) வரை குளிகைத் தோற்றம் கூடிக்கொண்டே போகிறது.

தீப்பற்றும் தன்மை. துணிகள் எரிவதற்கு வாய்ப்பு கூடுதலாகவுள்ள தொழிலகச் சூழ்நிலைகளில் எரியாத் துணிகளுக்குத் தேவை மிகுதி. துணி தீப்பற்றுதலைத் தடுக்கவல்ல காரணிகளாவன :

இழைவகை. செல்லுலோஸ் வகை இழைகளான பருத்தி, சணல், லினன், விஸ்கோஸ் முதலியன எளிதில் தீப்பற்றக்கூடியன. கம்பளித் துணிகள் எளிதில் எரியா. நைலான்களும், டெரிலீனும் தீச்சுடரில் சுருங்குகின்றன ; ஆனால் எரிவதில்லை.

துணி அமைப்பு. நெசவுவகை, பின்னல் வகை, முறுக்கேற்றம் நெசவிலாப் பிணைப்பு எனத் துணித் தயாரிப்பு முறையைப் பொறுத்துப் தீப்பற்றும் இயல்பு வேறுபடும்.

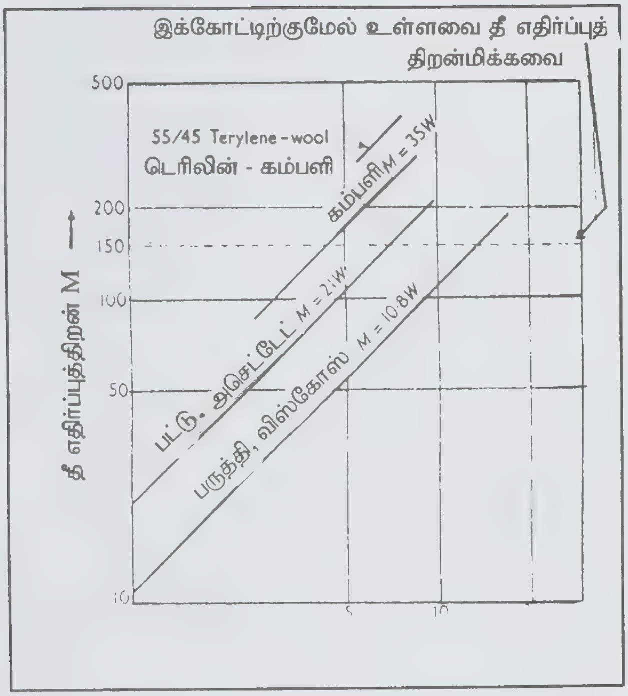
துணி நிறை. லேசான துணிகள் கனமான துணிகளைவிட எளிதில் தீப்பற்றுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள பருத்தித் துணியின் தீ எதிர்ப்புத் தன்மையைவிட அத்துணியைப் போன்று இருமடங்கு நிறையுள்ள அதே பருத்தித் துணியின் தீ எதிர்ப்புத் தன்மை இரு மடங்காகும் (படம் 13).



அ. செந்தரம் 1 ஆ. செந்தரம் 2 இ. செந்தரம் 3

படம் 12. குளிகைச் செந்தரங்கள்

ஓர் ஆய்வு முறையில் துணி எரிந்து கொண்டிருக்கையிலேயே அதனுடைய எடை தொடர்ச்சியாக நிறுக்கப்படுகிறது. மாற்று முறைகளில் கீழ்க்காணும் முறைகள் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். செங்குத்தாகத் தொங்கவிடப்பட்ட துணியைக் கீழ்நுனியில் பற்றவைத்துத் தீச்சுடர் மேல்நோக்கிப் பரவுதலை உற்று நோக்கி நேரத்தைக் கணக்கிடலாம். 45° சாய்வில் பொருத்தப்பட்ட துணியை எரித்து சுடர் 5" உயரம் பரவுவதற்கத் தேவைப்படும் நொடிகளைக் கணக்கிடலாம். வளைய முறையில்



படம் 13

அரைவட்டச் சட்டத்தின்மீது பொருத்தப்பட்ட துணியில் சுடர் பரவும் விரைவைக் காணலாம். இம்மூன்று முறைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு குறை ஏற்படுகிறது. முதல் முறை மெல்ல எரியும் துணிகளுக்கு மட்டுமே ஏற்றது. முறைகள் 2,3 எரிகையில் உருகும் இயல்புள்ளமையால் துணிகளுக்கு இம்முறைகள் ஏற்றவையல்ல. இதன் விளைவாகக் கீழ்க்காணும் மூன்று புதிய முறைகள் பரிந்துரைக் கப்பட்டுள்ளன.

1. 900 மி.மீ. உயரமும், 75 மி.மீ. அகலமும் கொண்ட துண்டுத் துணியைச் செங்குத்தாகத் தொங்கவிட்டுக் கீழ் நுனியில் தீயிட வேண்டும். துணியில் 500 மி.மீ. கிடைத்தொலைவு கொண்ட இரு கோடுகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியைச் சுடர் கடப்பதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் (t) கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\text{தீ பரவும் விளைவு} = \frac{500}{t} \times 60 \text{ மி.மீ./நிமிடம்}$$

இங்கு t நொடிகளில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

2. வெப்பத்தால் இளகவல்ல இழைகளாலான துணிகள் எளிய முறையில் எரிவதில்லை. அவை உருகவும், சுருங்கவும் சுருட்டிக் கொள்ளவும் செய்கின்றன. இங்குச் சுடர், துணியின் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக இடப்படுகிறது.

மூன்றாம் முறை, அடுக்குவகைத் துணிகளுக்கு ஏற்றது. செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகளுக்குச் சுடர் எரியும் விரைவு அலகு பரப்புக்கான நிறைக்கு (weight per unit area) எதிர்விகிதத்திலிருக்கும். பருத்தி விஸ்கோஸ் துணிகளுக்கு WV = 9.3 என்றும் வாய்பாடு பட்டறி வின்பாற்பட்டது. W : ஒரு சதுர செ.மீ. துணியின் நிறை (அவுன்சில்) ; V = செங்குத்தாகப் பரவும் சுடரின் விரைவு (நொடிக்கு அங்குலங்கள்). 60% கம்பளி அடங்கிய கம்பளி - பருத்திக் கலப்பினத் துணிக்கு WV = 8. பட்டு மற்றும் அசெட்டேட் துணிகளுக்கு WV = 5 ; தூய கம்பளிக்கு WV = 3.

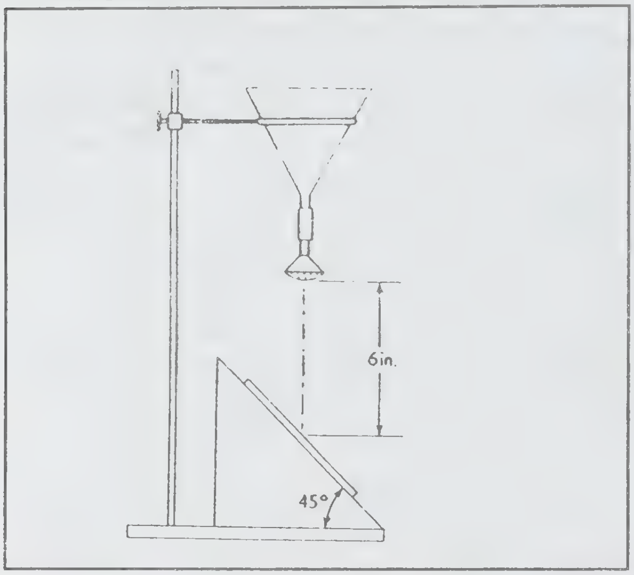
இழைக்கலப்பில் தயாரிக்கப்பட்ட துணிகளின் எரியும் தன்மை, அதன் கூறு இழைகளின் எரியும் தன்மைக்கு இடைப்பட்டிருக்கும். தூய நைலான், டெரிலீன் தொடர்ச்சியாக மேல்நோக்கிச் சுடரைப் பரப்பும். ஆனால் மெலமின் பிசினால் திருத்தப்பட்ட நிலையில் இவ்விழைகள் தீப்பற்றுகின்றன.

நீர்-துணி தொடர்புகள் (water-fabric relationship). மழை உடை, ஜீப், உறை, கூடாரம் ஆகியவற்றுக்கான துணி, நீரை உட்புகாமல் தடுக்கக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும் ; மாறாகச் சாக்கு வாளிகள் வளை குழாய்கள் (hoses) ஆகியவற்றுக்கான துணி, நீரை வெளியேறாது தடுத்தல் வேண்டும். நீரைப் புகவிடாது தடுக்கும் (water proof) துணிகளுக்கும் நீரை விலக்கும் (water repellant) துணிகளுக்கும் நுட்பமான வேறுபாடுள்ளது. நீர் உட்புகுதலைத் தடுப்பதற்காகத் துணியின்மீது எண்ணெய், மெழுகு, ரப்பர் ஆகியவற்றினாலன பூச்சுப் பூசப்படுகிறது. இதனால் காற்றும் உட்புக முடியாத நிலை தோன்றி அணிபவருக்கு வசதிக் குறைவு ஏற்படுகிறது.

படம் 14. திண்ம-நீர்மத் தொடு கோணங்கள்

ஒரு துணிப்பரப்பின்மீது நீர்த்திவலை அமரும்போது முழுக் கோளமாகவோ அரைக்கோளமாகவோ பிறைக்கோளமாகவோ உருப்பெறலாம். இவை ஒவ்வொன்றுக்கும் திண்ம-நீர்மத் தொடு கோணங்கள் (contact angles) வெவ்வேறானவை (படம் 14). நீரின் தன்மை பொதுவானதால், தொடு கோண மாறுபாடுகளுக்குத் துணிப்பரப்பின் பண்பிலுள்ள மாறுபாடுகளே காரணமா கின்றன. தொடுகோணம் உயர உயரத் துணிப்பரப்பின் மீதுள்ள நீர்த்திவலை உருண்டோடி அகன்றுவிடும் வாய்ப்புக் கூடுதலாகும். மாறாகத் தொடுகோணம் குறைந்தால் நீர்த்திவலை, பரப்பின்மீது பரவி நன்கு ஈரமாக்கும்.

ஆய்வு முறைகள். 20°C வெப்பநிலையில் ஒரு நீர்த்தொட்டியில் அமிழ்த்தப்பட்ட துணித்துண்டை நிமிடத்திற்கு 8 மி.மீ. என்னும் விரைவில் வெளியே எடுக்கும்போது வெளிவரும் துணிப்பகுதி ஒரு கருவியால் மிகைப்படுத்தப்பட்டு ஆய்வின் தொடக்கத்திலிருந்து நேரம் கணக்கிடப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் விடுபடு நிலைத் தொடுகோணம் மிகவும் உயர்ந்துள்ளது. நேரம் ஆக ஆக தொடுகோணம் குறைந்து கொண்டே செல்கிறது. தொடுகோணம் 90° ஆவதற்குத் தேவைப்படும் நேரம் ஈரமாக்கத் தேவைப்படும் நேரம் எனப்படுகிறது. கனமான கம்பளித் துணிகளுக்கு இது சிறந்த முறையாகும்.



படம் 15. நீர் பீய்ச்சி ஆய்வு

துணியின்மீது நீரைப் பீய்ச்சித் தெளித்துத் துணி எந்த அளவுக்கு நனைந்துள்ளது என மதிப்பிடலாம (படம் 15). நீரைத் தெளித்த பின்பு துணியை 6 முறை ஒரு பரப்பின்மீது தட்டிக் கூர்ந்து நோக்கலாம். இதற்கெனத் தர அறுதிச் செய்யப்பட்ட துணிப்பரப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுடன் ஒப்பிட்டு நோக்கி ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப் பட்ட துணியின் தன்மையை மதிப்பிடலாம். மற்றொரு முறையில் துணியின்மீது நீரைத் துளித்துளியாகத் தெளித்து துணி ஈரமாவதை நீரற்ற கோபால்ட் குளோரைடு புகுத்தப்பட்ட வடிதாளினால் ஒற்றி அறியலாம். நீரற்ற கோபால்ட் குளோரைடு நீரை உறிஞ்சிய நிலையில் நீல நிறமடைகிறது அல்லது வடிதாளைச் சோடியம் குளோரைடு கரைசலில் அமிழ்த்தி எடுத்து உலர்த்த வேண்டும். உலர் வடிதாளின் இரு புறங்களிலும் மின் இணைப்புக் கொடுத்தால் நீர் துணி வழியே வடிதாளில் புகும்போது வடிதாள் ஒரு கடத்தியாக மாறி இணைப்பிலுள்ள விளக்கு எரிகிறது.

பண்டஸ்மன் ஆய்வு. 150 செ.மீ. உயரத்தில் பொருத்தப்பட்ட சல்லடைத் துணிகளின் வழியே மழையாகப் பொழியும் நீர் துணியின்மீது விழுந்து அடிமட்டத்திலுள்ள கிண்ணங்களில் சேகரிக்கப்படுகின்றது. நிமிடத்திற்கு 5 சுழற்சிகள் என்றவாறு மாதிரித் துணி சுழற்றப்படுகிறது. தெளிக்கப்படும் நீரில் நனைகையில் துணியின் அடிப் பகுதியைத் தேய்க்க மழைஉடையை அணிந்திருக்கையில் அது உடலால் உரசப்படுவதை உருவகப்படுத்துவதே இதன் நோக்கம். இதனால் துணி நீரில் ஊடுருவுதல் எளிதாகிறது. 10 நிமிட மழைக்குப் பின்பு துணி அகற்றப்பட்டு நிறுத்தப் படுகிறது. எடை ஏற்றம் துணியின் எடையின் சதவிகிதமாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஊடுருவும் நீரின் அளவு கிண்ணங்களில் சேகரமாகும் நீரின் அளவு ஆகும். பண்டஸ்மன் துணிகளின் இயக்க ஆற்றல், புயல் மழையைவிட 5.8 மடங்கும் அடைமழையைவிட 91 மடங்கும், மிதமான மழையினைப் போன்று 480 மடங்கும் மிக மெல்லிய மழையைவிட 21000 மடங்கும் கூடுதலாகும். இவ்வளவு விரைவாக நீரைத் தெளிப்பதால் ஆய்வுக்காக எடுத்துக்கொள்ளப்படும் நேரம் மிகுதியும் குறைக்கப்படுகிறது.

நீர்ப் பொசிதல் ஆய்வு (Water percolation test). மாதிரித் துணிகளை ஒருநாள் முழுதும் நீரில் அமிழ்த்திப் பின்பு 100 செ.மீ. உயரம் கொண்ட நீர் வீழ்ச்சியின் தாக்கத்துக்கு உட்படுத்த வேண்டும். முதல் 500 நொடிகளில் பொசியும் நீரைச் சேகரித்து அளத்தல் வேண்டும்.

$$\text{பொசிவு} = \frac{w}{3.92} \text{ மி.லி./1000 நொடி}$$

w = 500 நொடிகளில் நான்கு மாதிரித் துணிகளின் வழியே பொசியும் நீரின் நிறை

மூழ்குதல் ஆய்வு. 1″× 1″ என்னும் சதுரத் துண்டுகளாக வெட்டப்பட்ட துணியை ஒரு முகவை நீரில் போட்டு அது நீர்ப்பரப்புக்குக்கீழ் மூழ்குவதற்குத் தேவைப்படும் நேரம் கணக்கிடப்படுகிறது. விரைவில் மூழ்கும் துணி எளிதில் நனையக்கூடியது.

திரிவழி நனைத்தல் (wetting by wicking). கீழ்முனை நீரில் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு ஒரு துண்டுத் துணியைத் தொங்கவிட்டால் நுண்புழைச் செயலினால் நீர் துணியின்மீது ஏறுகிறது. 20°C இல் 20 நொடிகளுக்கு நிறுத்தியபின்பு துணியை மீண்டும் எடையிடல் வேண்டும்.

சுருக்கம். சற்றே பெரிய அளவில் துணிகளைத் தைக்கும் வழக்கம் தற்போதும் சிலரிடம் நிலவி வருகிறது. இரண்டு மூன்று முறைகள் சலவை செய்தபின்பு சுருக்கத்தின்

விளைவாகத் தேவைப்படும் அளவில் ஆடை நிலைத்துவிடும் என்னும் நம்பிக்கையே இதற்குக் காரணமாகும். தயாரிப்புக் கட்டத்தில் துணிகளும் அவற்றின் உட்கூறுகளும் பல வெப்பநிலை வரம்புகளிலும் ஈரப்பதன்களிலும் பல்வேறு இழுவிசைகளுக்குட்படுத்தப்படுகின்றன. துணியைப் பயன்படுத்தும்போதும் சலவை செய்யும்போதும் ஒரு தளர்வு தோன்றுகிறது. இதன் இறுதி விளைவே சுருக்கமாகும்.

சுருக்க மதிப்பீடு. அன்றாடம் துணியைச் சலவை செய்யும் முறையிலேயே ஆய்வின்போதும் சலவை செய்தால்தான் ஆய்வு முடிவுகளைப் பயன்படுத்த இயலும். முதற்கட்டமாக துணியைத் தர அறுதிச் செய்யப்பட்ட சூழ்நிலையில் நிறுத்தி ஒவ்வொரு திசையிலும் குறிப்பிட்ட தொலைவில் (L_0) இரு கோடுகளை அழியா மையினால் குறிக்க வேண்டும். இத்துணியை ஒரு சலவை எந்திரத்திலிட்டுக் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பின் துணியை நீரில் அலசிக் கைகளினால் பிழிந்து இஸ்திரி போடவேண்டும். உலர்ந்த நிலையில் குறியிடப்பட்ட இரு கோடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு (L_1) மீண்டும் அளக்கப்படுகிறது.

$$\text{சுருக்கச் சதவிகிதம்} = S = \frac{100\,(L_0 - L_1)}{L_0}$$

தரைவிரிப்பு ஆய்வு. மற்றத் துணிகளுக்கு உள்ளமை போன்று தரை விரிப்புகளுக்கும் தர அறுதி உண்டு. தரைவிரிப்புகளில் திடம், தோற்ற நிலைப்பு, அடுக்கு உயரம், அடர்த்தி ஆகியன முதன்மையானவை. தரை விரிப்பின் திடம், தேய்மான ஆய்வுகளின் வாயிலாக அறுதியிடப்படுகிறது. கம்பளித் தொழில் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் இதற்கென விரிவான ஆய்வுமுறைகளை வகுத்துள்ளது. ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 6-8 பவுண்டு என்னும் அழுத்தத்தில் தேய்த்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

தரைவிரிப்புகள் யாவும் மனிதர்கள் நடப்பதால் தேய்வடைகின்றன. எனவே நடக்கும் செயலை உருவகப் படுத்தி ஆய்வு செய்தல் தேவை. இதற்கென 12W மின்னோடி ஒன்று பொருத்தப்பட்ட PVC பூச்சளிக்கப்பட்ட இரும்பினாலான 4 கால்களைக் கொண்ட நானெற்று (tetrapod) உருவாக்கப்பட்டுள்ளது, இவ்வமைப்பு துணியின்மீது அழுத்தப்படும்போது 4 கால்களும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் துணிமீது பதிந்து 'நடக்கும்' செயலைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். J.E. Booth, *Principles of Textile Testing*, Butterworths, Third Edition, London, 1968.

துணி ஆய்வு

நெசவு இழை, நூல், துணி ஆகியவற்றைப் பகுத்து ஆய்வு செய்தல் இப்பிரிவில் அடங்கும். நூல்களின் வகையையும் தரத்தையும் அதே போன்று துணிகளின் தரத்தையும் மக்கள் தொன்று தொட்டுப் பார்த்தும், உற்று நோக்கியும், சில நேரங்களில் முகர்ந்தும் கண்டறிந்திருக்கின்றனர். தற்போதும் இம்முறைகள் வழக்கிலுள்ளன. ஏனெனில், விருப்பு வெறுப்பற்ற உணர்வுக்குத் தொடர்பில்லாத ஆய்வு முறைகள் செலவு மிகுந்துள்ளன.

தற்போது ஆய்வு முறைகள் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு, கணிப் பொறிகளைப் பயன்படுத்தி இழைகளின் தன்மைகளை விரைவில் அறிய வழி வகுக்கப்பட்டுள்ளது. பல ஆய்வுக்கருவிகளை இணைத்து ஆய்வுப் படுகைகள் (test beds) உருவாக்கும் திட்டம் உருவாகி வருகிறது.

ஆய்வு வழிமுறைகள், விதிகள், தர அறுதியிடல். அனைத்துலகத் தரங்களும் அவற்றை அறுதியிடும் நிறுவனங்களும்.

ISO	-	அனைத்துலகத் தர அறுதியிடு நிறுவனம் (International Organisation for Standardisation)
EN	-	ஐரோப்பியத் தரக்கட்டுப்பாடுகள் (European Standards)
BISFA	-	செயற்கை இழைகளின் தர அறுதியிடலுக்கான அனைத்துலகக் குழு (International Bureau for the Standardisation of man made Fibres).
IWTO	-	அனைத்துலகக் கம்பளித் துணி நிறுவனம், (International Wool Textile Organisation).
ASTM	-	அமெரிக்கப் பொருள் ஆய்வுக்குழு (American Society for Testing Materials)

இவை தவிர ஜெர்மனி, இங்கிலாந்து, இந்தியா போன்ற நாடுகள் தத்தம் நாடுகளுக்கு மட்டும் பொருந்தும் குறிப்பீடுகளை உருவாக்கியுள்ளன. கோட்பாடுகள் இறுதியில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

இழையின் இயல்புகளைக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட தட்ப வெப்ப நிலையிலேயே ஆய்வு செய்ய வேண்டும். ஈரப்பதன் மிகுதியானால் இழை நீரை உறிஞ்சி, தகைவு - திரிபு

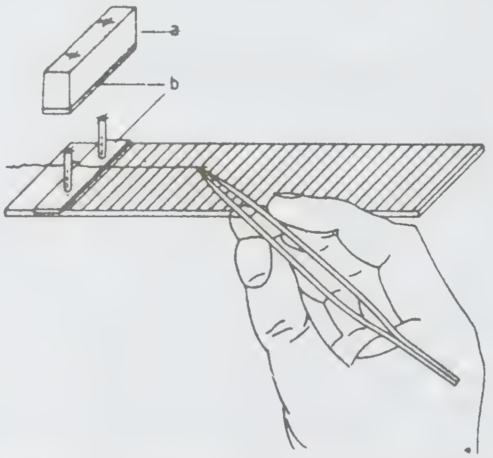
வரைபடத்தில் தயக்கம் காணப்படும். எனவே இழை ஆய்வுகளைக் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் மட்டுமே நிகழ்த்த வேண்டும்.

வெப்பநிலை = $(20 \pm 2)^{0}c$

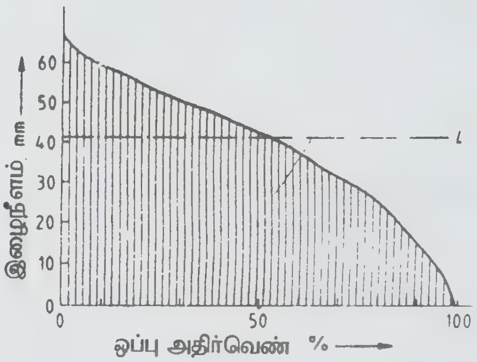
ஒப்பீட்டு ஈரப்பதன்= $(65 \pm 2)\%$

இழைமாதிரிகளை ஈரக்கட்டுப்பாட்டிற்கும், வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டிற்கும் உட்படுத்தும் செயல்முறைகள் ISO139, ASTM D1776 ஆகியவற்றில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. மாதிரிகளை ஆய்வு செய்து பெறப்படும் எண் மதிப்புகள் அம்மாதிரியை உள்ளடக்கிய மொத்தப் பொருளுக்கும் பொருந்துவனவாதலால்,

இரண்டு இடுக்கிகளைக் கொண்டு ஓர் இழையை அதன இரு முனைகளிலும் பிடித்து இழுத்து அலைவை நீக்கி, ஓர் அளவுகோலின் மீது வைத்து, நீளத்தை அளக்க வேண்டும். பார.்.பின் எண்ணெய் அல்லது பெட்ரோலிய மெழுகு (vaseline) தடவப்பட்ட தகட்டின்மீது நீட்டி வைத்து, பின்பு அளவுகோலினால் நீளத்தை அளக்கலாம். எந்திர முறையினால் நீளம் அளத்தலை எளிமையாகவும் துல்லியமாகவும் ஆக்கலாம். ஒரு பளுவைக் கொண்டு இழையை நீட்டி, அலைவை அகற்றி, ஆய்வு முடிவுகளைக் குவி அதிர்வெண் படத்தைப் (cumulative frequency diagram) பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம் (படங்கள் 1, 2). நீள அளவைகளுக்கு விவரக் குறிப்பீடுகளாவன (specifications): ISO 6989, ASTM D 3661, IWTO - 5- 60.



படம் 1. தனி இழைகளின் நீள அளவை

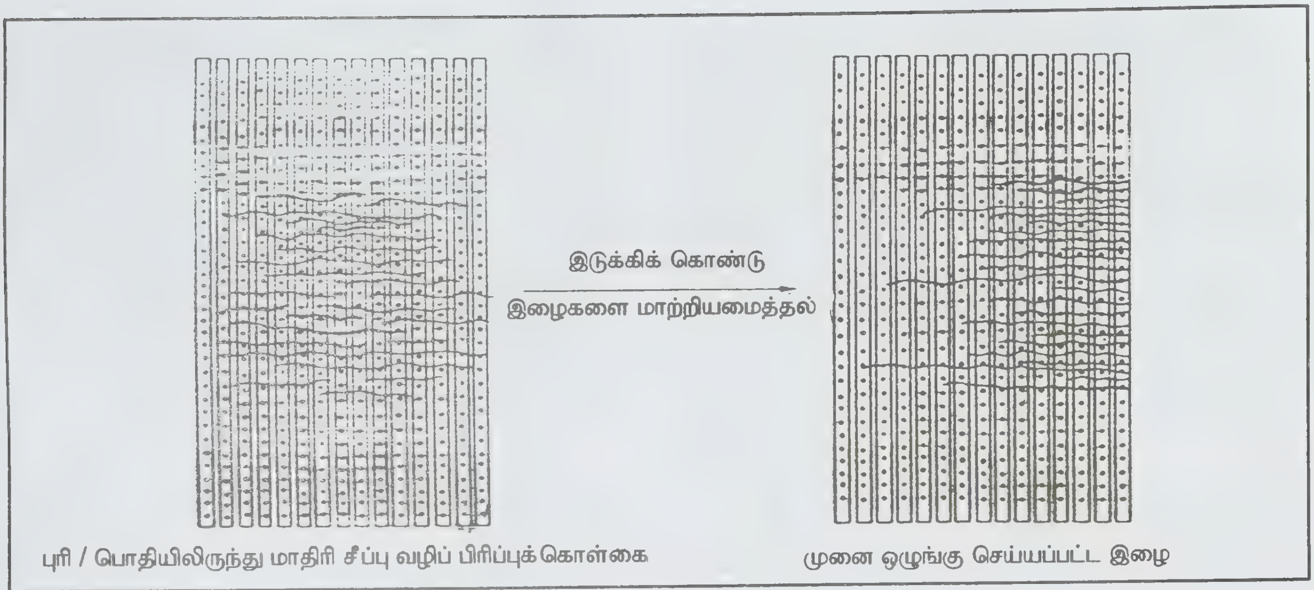


படம் 2. இழை நீளத்தின் குவிவுப்பங்கீடு

மாதிரிகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் மிகுந்த கவனம் தேவை. மாதிரி அமைக்கும் முறைகள் பின்வரும் தர அறுதியீட்டு வெளியீடுகளில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன: ISO1130; ASTM D 1060; D 1441; D 1771; D 2525; D 3333.

பரிமாணம் மற்றும் நிறை பற்றிய ஆய்வுகள். வெட்டிழை நீளம் நூற்பு முறையையும், தயாரிக்கப்படும் துணியின் தரத்தையும் பாதிக்கக்கூடிய காரணிகளுள் முதன்மையானதாகும். இயற்கை இழைகளின் நீளங்கள் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. மேலும் ஒரு மாதிரியில் பல இழைகள் இருக்கின்றன. கட்டுக்கு கட்டு (bale), ஈடுக்கு ஈடு (batch) தன்மை வேறுபாடுகள் மலிந்துள்ளன. எனவே, பல தனித்தனி ஆய்வுகள் நடத்தப்படவேண்டியுள்ளன. தொகுப்பு இழைகளில் இச்சிக்கல் மிகுதியாக இராது.

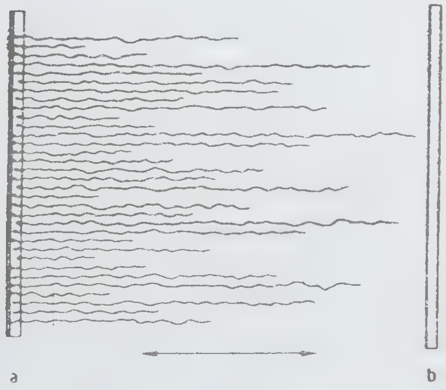
சீப்புவழிப் பிரிப்பு முறை (comb-sorter method). 10,000 இழைகளைக் கொண்ட மாதிரிக் கற்றையில் இழைகளின் நுனிகளை இரு சீப்புகளையும் ஒரு கிடுக்கியையும் பயன்படுத்தி ஒரே மட்டத்திற்குக் கொண்டு வர வேண்டும். (படம் 3) சீப்பின் பற்களுக்கிடைப்பட்ட சிறுவெளி ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட இழைகளின் தன்மைகளைப் பொறுத்தது. பருத்திக்கு 3மி.மீ; நீளமான கம்பளி இழைகளுக்கு 10 மி.மீ என ஒவ்வோர் இழைக்கும் அறுதியிடப்பட்டுள்ளது. ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட பின் ஒவ்வொரு நீளத்தொகுதியிலுள்ள இழைகள் ஒன்றிணைக்கப்பட்டு, அவற்றின் எடை அறியப்படுகிறது. இவ்வெடையிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள இழைகளின் எண்ணிக்கையும், சராசரி நீளமும், சராசரியிலிருந்து வேறுபடும் குணமும் (co-efficient of variation) கணக்கிடப்படுகின்றன.



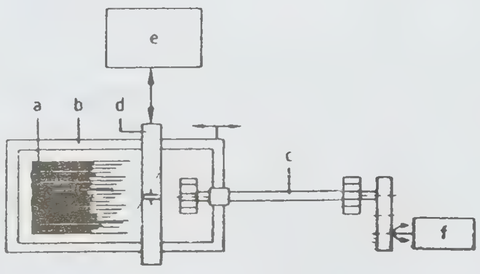
படம் 3

கைகளினால் இழைகளைப் பிரித்தல் கடினமும் நேரச் செலவும் கொண்ட வழிமுறையாதலால் எந்திர வழியில் இதனைச் செய்யக் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இம்முறை தரங்கள் ISO 920, IWTO-1-66, ASTM- D519, D1440, D-1575, D-3660 ஆகிய குறிப்புகளில் உள்ளன.

இழை வரைபட எந்திரத்தில் ஒரு முனையில் நெகிழித் தகட்டின் மீது ஒட்டிச் சீராக்கப்பட்ட தாடி போன்ற இழைக் கற்றையை ஒரு மின்தேக்கியின் மின்முனைகளுக்கு இடையே இழுக்க வேண்டும். இந்நிலையில் ஒவ்வொரு நீள வகைக்கும் உட்பட்ட இழைகளின் எடையைத் துல்லியமாக அறியலாம்.



படம் 4. மின்தேக்கி வழி அளத்தல்



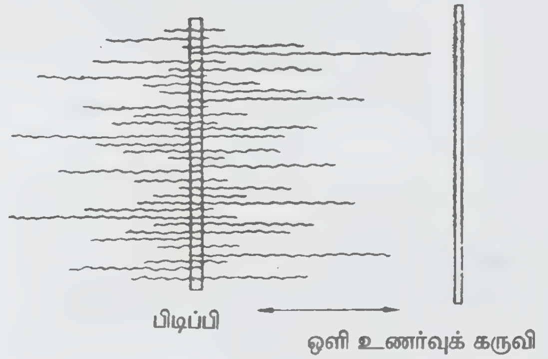
படம் 5. அல்மீட்டர் அமைப்பு

மின்கொண்மைக் கண்ணோட்டம் (capacitative scanning)**.** இழை நீள அளத்தலை எளிதாக்க இரண்டு உத்திகள் உளளன. 1. இழைகளை இணைகோடுகளாக அமைத்தல் தானியங்கிக் கருவியால் செய்யப்படுகிறது. இது பஞ்சுப்பொதியைவிட (flock) இழைப்புரியில் (sliver) நன்கு செயல்படவல்லது. 2. இழை நீள வகையீடுகளை இழுத்தலும் எடையிடுதலும் இன்றிக் கண்டுபிடிக்க வசதி உள்ளது.

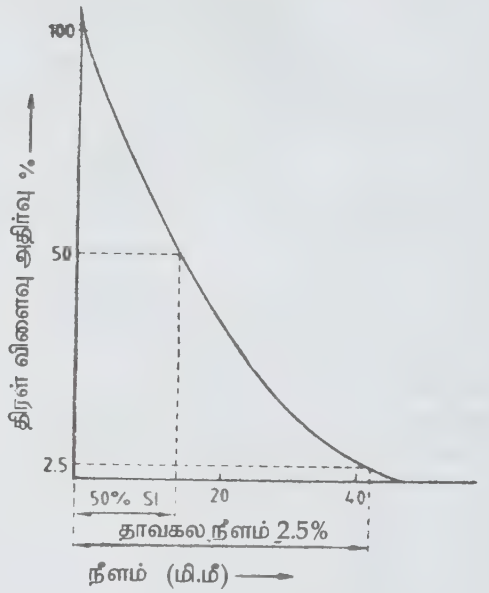
அல்மீட்டர் (almeter)**.** இழைகள் ஒரு தானியங்கி மாதிரித் தயாரிப்பு எந்திரத்தால் முனையொழுங்கு (end alignment) செய்யப்படுகின்றன. பின்பு மாதிரியை ஒரு மின்தேக்கியின் மின்புலத்திலிட்டு நீளம் அளக்கப்படுகிறது. (படம் 4.5). இம்முறைகள் ISO 2648 மற்றும் IWTO - 17-85இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒளிவழி வரிக் கண்ணோட்டம் (optical scanning). இதில் இழை வரைவி (fibrograph) என்னும் அமைப்புப் பயன்படுகிறது. மாதிரி இழைத் தொகுப்பான் (fibrosampler) என்னும் கருவியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள சிறப்பு வகைச் சீப்புகளைக் கொண்டு இழைத்தாடி உருவாக்கப்படுகிறது. இங்கு இழை முனைகள் ஒழுங்கு செய்யப்படுவதில்லை. இழையின் ஒளி அடர்த்தி அதன் நீளத்தின் சார்பலனாக அளக்கப்படுகிறது. (படம் 6)

ஆய்வு முடிவுகள் திரள்விளைவு அதிர்வின் (cumulative frequency) சார்பலனான கண் இடைவெளி



படம் 6. ஒளிவழிக் கண்ணோட்டமும் முனையொழுங்கு செய்யப்படாத தாடியும்



படம் 7.

நீளம் (span length) என்னும் அளவையில் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவ்வரைபடத்திற்கு இழை வரைபடம் (fibrogram) எனப் பெயர் (படம் 7). இந்நீளத்தை 2.5 மற்றும் 50% அதிர்வெண் மதிப்புகளில் குறிப்பிடுதல் வழக்கம். அதாவது 2.5% SL, 50% SL என்பர். மேலும், ஒரு சீர்மை அட்டவணையும் தொகுக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் இழை நீளத்திலிருந்து தோன்றும் வேறுபாடுகளைத் துல்லியமாக அளவிடலாம். மிக விரைவாகப் பல அளவைகளைச் செய்து முடிக்க உதவும் இக்கருவி குறிப்பாகப் பருத்தியை ஆய்வு செய்வதற்குப் பெரும்பாலான அமைப்புகளில் பயன்படுகிறது. தரக் கோட்பாடுகளாவன: ISO 4913, ASTM D 1447.

இழைகளை நீளிழைகள் (filament) என்றும், வெட்டிழைகள் (staple) என்றும் இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். பட்டு, அக்ரிலிக் தவிர்த்த பிற தொகுப்பு இலைகள் யாவும் நீளிழைகளே. இவற்றில் ஒவ்வோர் இழையும் ஒரு சிட்டத்தில் சுற்றப்பட்ட நூலின் நீளம் கொண்டிருக்கும். மாறாக, செவ்வனே நூற்பதற்காக வெட்டிழைகளின் நீளம்-குறுக்களவு விகிதம் குறைந்தது 10,000 இருத்தல் தேவை. இயற்கை இழைகள் நீளத்தில் பெரிதும் மாறுபடுபவை. பருத்தியின் வகைக்குத் தகுந்தாற்போல் பருத்தியின் நீளம் 2.5 - 7.5 செ.மீ. வரம்பில் இருக்கும். ஆளிவிதை நாரின் நீளம் 100 செ.மீ. வரை உள்ளது. தொகுப்பு இழைகளை (man made fibers) எந்த நீளத்திற்கு வேண்டுமானாலும் வெட்டிக் கொள்ளலாம். நூலின் தன்மைகள் இழை நீளத்தின் சார்பலனேயாகும். வெட்டிழையின் நீளம் கூடக் கூட நூலின் வலிவும் பிற இயல்புகளும் உயரும். எனவே, இழை நீள அளவைத் துணி ஆய்வில் முதன்மை பெறுகிறது.

தடிமன், குறுக்களவு. நெசவுத் தொழிலில் பயன்படும் இழைகளின் குறுக்களவுகள் 3-500um என்றும் வரம்பில் உள்ளன. இழையின் மென்மையும், நெகிழ்வும் குறுக்களவைப் பொறுத்தவை. சன்னத்தன்மை (fineness) என்னும் துணையலகு இழையின் தரத்தைக் குறிப்பிடும் எண்ணாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள இழையின் நிறை சன்னத் தன்மையாகும். இதன் தற்போதைய அலகு டெக்ஸ் ஆகும். ஒரு டெக்ஸ் என்பது 1 கி.மீ. இழையின் கிராம் நிறையாகும்.

$$1\text{டெக்ஸ்} = \frac{\text{நிறை(கிராமில்)}}{\text{நீளம்(கி. மீட்டரில்)}}$$

10 கி.மீ. இழையின் கிராம் நிறை டெசிடெக்ஸ் என்றும் 1 கி.மீ. இழையின் மி.கி. நிறை மில்லி டெக்ஸ் என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன. அனைத்துலகிலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட இவ்வலகு ISO 1144 தரக் குறிப்பில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. பருத்தியும், கம்பளியும் இழைக்குறுக் களவில் ஒரு மாதிரிப் பொருளிலேயே பெரும் வேறு பாடுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. மாறாக, தொகுப்பு இழை

களை ஒரே சீரான குறுக்களவில் தயாரிக்க இயலும். எனவே, சன்னத்தன்மை அளத்தல் பெரும்பாலும் இயற்கை இழைகளுக்கே நடத்தப்படும்.

எடையறி செயல்முறை (gravimetric method). இம்முறையில் இழையின் நீளமும் எடையும் அளக்கப் படுகின்றன. அலைவு அகற்றப்பட்ட, இணையாகப் பொருத்தப் பட்ட இழைகளை ஒரே நீளத்தில் தொகுதிக்கு 50 இழைகள் என்றும் விதத்தில் 10 தொகுதிகள் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இத்தொகுதியின் நீளத்தையும், இவற்றின் எண்ணிக்கையையும் குறித்துக் கொண்டு, ஒவ்வொரு தொகுதியின் நிறையையும் அளக்க வேண்டும். நிறை-நீள விகிதமே சன்னமாகும். தரக்குறிப்புகள் ISO1973, ASTMD 1577 ஆகியவற்றில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

கம்பளி இழைக் குறுக்களவை அளப்பதற்கான நுண்ணோக்கி முறை (projection method). ஏறத்தாழ 300 இழைகளின் குறுக்களவை நுண்ணோக்கியின் துணை கொண்டு அளந்து இழை நீளத்திற்கும், அந்நீளத்தைக் கொண்ட இழைகளின் எண்ணிக்கைக்கும் ஒரு பங்கீட்டு வரைகோடு (distribution curve) வரைந்து (படம் 8) அதிலிருந்து இழையின் சராசரி நீளத்தைக் கணக்கிடலாம். டெசிடெக்ஸ் (T_d) அலகில் இழைகளின் சன்னத்தன்மை கீழ்க்காணும் வாய்ப்பாடு வாயிலாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$T_d = \frac{\pi d^2 \rho}{400}$$

இதில்,

d = குறுக்களவு (மைக்ரோ மீட்டரில்)

ρ = அடர்த்தி (கி.செ.மீ$^{-3}$)

லேசர் கதிர்களைக் கொண்டு குறுக்களவு அளத்தல். ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள காமென்வெல்த் அறிவியல் மற்றும் தொழில் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (CSIRO) இழைப் பங்கீட்டுப் பகுப்பான் (fiber distribution analyser) என்னும் கருவியை உருவாக்கியுள்ளது. இது கம்பளி இழைகளுக்கே பெரும்பாலும் பயன்படுகிறது. முதலில் கம்பளி இழைகள் 2 மி.மீ. நீளத் துண்டுகளாக நறுக்கப் படுகின்றன. இவற்றைத் தக்கவொரு நீர்மத்திலிட்டுக் கலக்க வேண்டும். இக்கலவையை ஓர் அறை வழியே செலுத்தி அதன் பாதையின் குறுக்கே லேசர் கற்றை யொன்றைப் பாய்ச்ச வேண்டும். ஒரு மின்னணு வகை ஒளிக் கருவி யைக் கொண்டு நீளத்தைத் துல்லியமாகப் பதிவு செய்யலாம். நொடிக்கு 30-50 இழைகளை இம்முறையில் அளக்கலாம்.

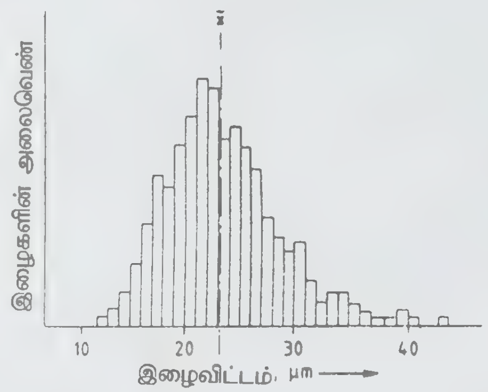
அதிர்வு முறை. அதிர்வற்ற நூலையும், அதிர்வு நோக்கி (vibroscope) என்னும் கருவியையும் பயன்படுத்தி இழையின் நெடுஞ் சாண் அடர்த்தி (linear density) அளந்தறியப் படுகிறது. குறிப்பிட்ட நீளம் மற்றும் இழுவிசையில் ஓர் இழையின் குறுக்குவாட்டு அதிர்வின் அடிப்படை அதிர்வெண்ணைத் துல்லியமாக அளந்து, இதிலிருந்து நூல் அறும்போது நிலவும் விரவுத் தன்மையையும் கணக்கிடலாம்.

காற்றோட்ட முறை. இழைகளாலான ஓர் அடைப்பானின் காற்றோட்டத் தடை அவ்விழைகளின் சன்னத்தன்மைக்கு அளவையாகும். பருத்தி இழைகளின் சன்னத்தன்மையைக் கண்டறிவதற்கு மைக்ரோநயர் (micronaire) கருவி பயனாகிறது. இக்கருவியின் இயல்பும் தரமும் நன்கு அறியப்பட்ட பருத்தி நூல்களைக் கொண்டு அளவீடு (calibration) செய்யப்படும். இக்கருவி படம் 9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. காற்றோட்டத்தைத் தடைசெய்யும் திறன் இழையின் முதிர்வையும் பொறுத்ததாகும்.

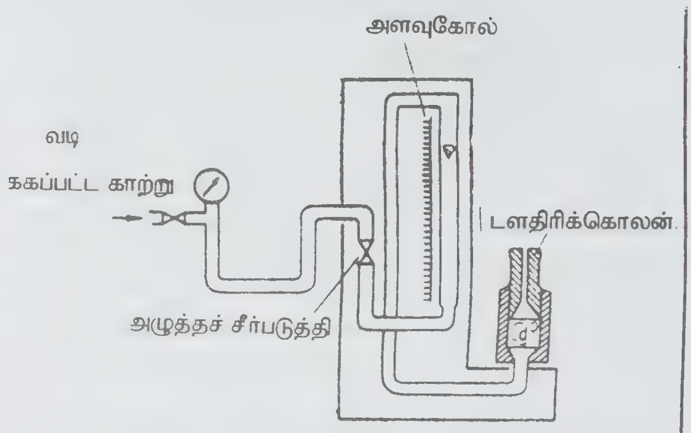
நுண்ணோக்கி வழிப் பரப்பளவு அளத்தல். மிகச் சிறிதளவே இழைகள் கிடைக்குமாயின், அதிலும் இவ்விழைகளின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் வட்ட வடிவம் கொண்டிராவிடினும், மேற்கூறிய வழிமுறைகள் பயனுறா. இழை குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்களைப் பெரிதாக்கிப் புகைப்படம் பிடித்து, மின்னணுப் பகுப்பாய்வில் குறுக்குப் பரப்பளவை அளக்கலாம். பரப்பளவிலிருந்து சன்னம் கணக்கிடப்படுகிறது.

குறுக்களவு வடிவத்தைக் கண்டறிதல் : இழையை வகையறிதல் (identi fication), இழைக் கலப்புச் செய் கையில் மாற்றின விகிதத்தை அளந்தறிதல், சன்னத்தன்மை அறுதியிடல், பருத்தியின் முதிர்வை அளத்தல், சாய ஊன்றுகையையும், இழையின் உறை மற்றும் உட்பகுதி களையும் கண்டறிதல், திருத்த விகிதம் (modification ratio) அறிதல் ஆகியவற்றிற்குக் குறுக்குத்தோற்றம் பயன்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இழை வகையை அதன் குறுக்குத் தோற்றத்தை (படம் 10) உற்றுநோக்கி அறியலாம். பொதுவாக, நுண்துளை முகப்பு வழியாக வட்ட வடிவத்தில் இழுக்கப்படும் செயற்கை இழைகளையும் பல்வேறு குறுக்குத் தோற்றங்களில் (படம் 11) உருவாக்கலாம்.

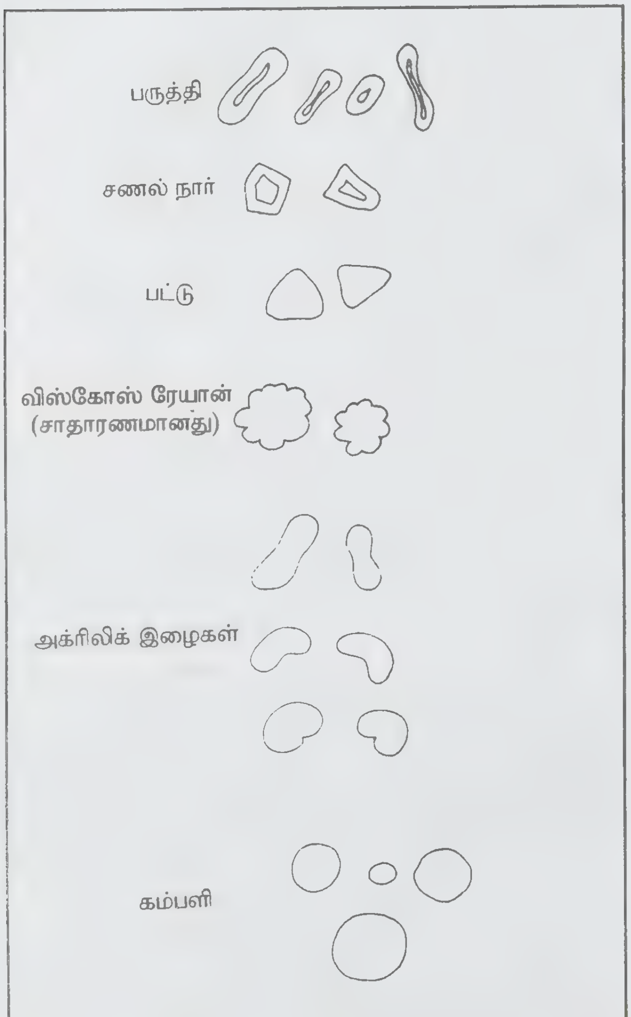
கலப்பின இழைகளில் உட்கூறுகளின் குறுக்களவுகள் பெரிதும் மாறுபட்டிருந்தால் குறுக்குப் பரப்புகளின் ஒளி நுண் வரைபடங்களின் (photomicrographs) வாயிலாகக் கலப்பு விகிதத்தைக் கணக்கிடலாம். ஒரே வகையைச் சார்ந்த, ஆனால் சன்னத்தன்மையில் வேறுபட்ட இரண்டு இழைக் கலப்பையும் இதே முறையில் ஆய்வு செய்யலாம். இழைக்குப் பளபளப்பூட்டும் பொருள்களின் பங்கீட்டைப் புற ஊதாக் கதிர்களையும் நுண்ணோக்கியையும் பயன்படுத்தி அறியலாம். உறை (sheath) உள்ளக (cone) வேறுபாட்டைச் சோலோ∴பீனைல் - நீலப்பச்சை BL என்னும் சாயத்தின் உதவியால் கண்டறியலாம்.



படம் 8.



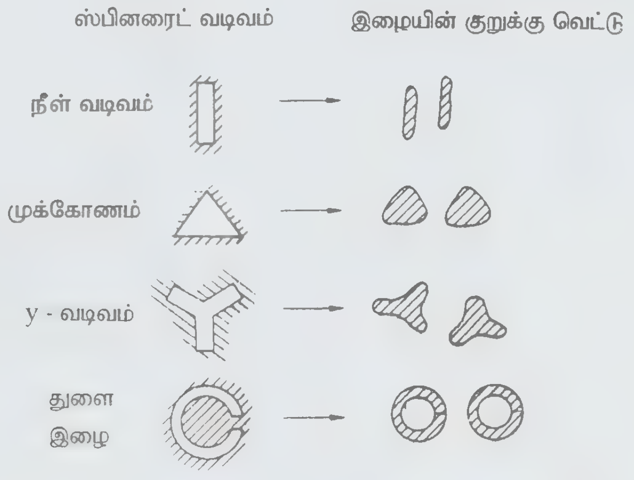
படம் 9.



படம் 10

இயல்பாகவோ, செயற்கைத் தொகுப்பினாலோ இழைகளுக்கிடையே குறுக்குத் தோற்றத்தில் வேறுபாடுகள் உள்ளன. கம்பளி இழைகள் உருண்டையாகவும், பருத்தி இழைகள் நீள்வட்டமாகவும் உள்ளன. உருக்குவழி நூற்பில் தயாரிக்கப்படும் இழைகளை நுண்துளை முகப்பின் துளை வடிவமைப்பைப் பொறுத்து எவ்வடிவிலும் தயாரிக்க இயலும். வெளி-உள் இயைபு வேறுபாட்டின் விளைவாகக் கரைசல் நூற்பினால் பெறப்படும் இழைகள் ஒழுங்கற்ற வடிவங்களில் உருவாகின்றன. இழையின் புறப்பரப்பு முதலில் திரிந்து வீழ்படிவாகிறது. உள்ளிருந்து கரைப்பான் வெளியே வருவது தடுக்கப்படுவதால் ஒழுங்கற்ற வீழ்படிதல் நிகழ்கிறது. இவ்வகை இழைகளுள் ரேயான், அக்ரிலிக், அசெட்டேட் ஆகியன அடங்கும். இவ்வகை இழைகள் ஆரவழிப் பல்லினமுடைத்தவை (radially heterogeneous) எனப்படுகின்றன.

குறுக்குத் தோற்றம் இழைகளின் விறைப்புத் தன்மையையும், அவற்றின் பக்கவாட்டு இணைப்புப் பாங்கையும் அறுதியிடும். முக்கோணக் குறுக்குத் தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளமையாலேயே பட்டு இழைகள் ஒன்றோடு ஒன்று இடைவெளியின்றி இணைந்து சிறு விட்டம் கொண்ட, மிக அடர்த்தியான நூல்களைத் தருகின்றன. எனினும், பொதுவாக நூலில் இழைகளின் குறுக்குத் தோற்றத்திற்கும் அடர்த்திக்கும் தொடர்பிருப்பதில்லை. மேலும் அலைவு புகுத்தப்பட்ட நூல்களில் இத்தொடர்பு முழுதும் அற்றுப் போகிறது. குறுக்குத் தோற்றம் இழைகளின் (நூல் மற்றும் துணிகள்) பளபளப்பைப் பாதிக்கிறது. தட்டையான பக்கங்களைக் கொண்ட முக்கோண வடிவுடைய இழைகள் கூடுதலான ஒளியை எதிரொலிக்கச் செய்து பளபளப்பூட்டுகின்றன. இம்முறை தரைவிரிப்புக்கான

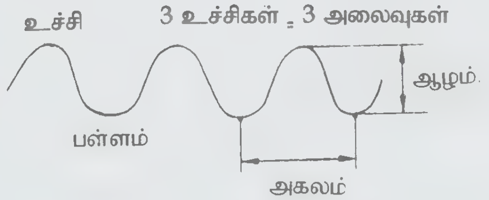


படம் 11.

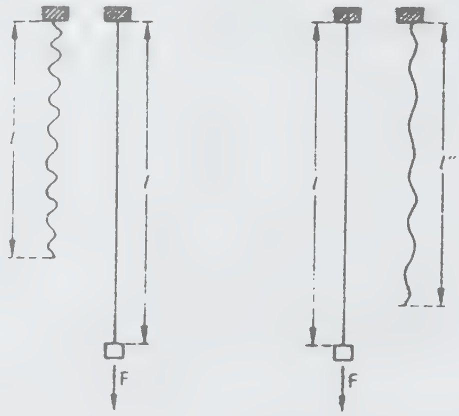
இழைகளில் செயல்படுத்தப்படுகிறது. சதுர வடிவமைப்பும், இழையின் முழு நீளத்திற்கும் நான்கு துளைகளும் கொண்ட ஓர் இழையை டுபாண்ட் என்னும் நிறுவனம் தயாரித்துத் தலைவிரிப்பு நெய்தலில் புகுத்தியது. இத்துளைகள் தூசியையும் அழுக்கையும் இருத்திக் கொள்வதால் தரைவிரிப்பு எப்பொழுதும் புதியதாக விளங்கும்.

இழைப் பரப்பை முன்னோக்கியைக் கொண்டு கூர்ந்தாய்தல். நுண்ணோக்கியைக் கொண்டு உற்றுநோக்குகையில் தெளிவாகும் சிறு இழைத் தோற்றங்கள் படம் 12இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன. இம்முறையினால் இழைப்பரப்பிலுள்ள பிளவு, துளை, வெடிப்பு, வெற்றிடக் குமிழ், மாசுப்பொருள், வெப்பவழிச் சிதைவு, பூச்சுவழி அறிவு ஆகியவற்றையும் அறியலாம். கூர்ந்தாயும் மின்னணு நுண்ணோக்கியைப் (Scanning Electron Microscope - S E M) பயன்படுத்தி இவ்வாய்வுகளை நடத்தினால் தெளிவான தோற்றம் கிடைக்கும்.

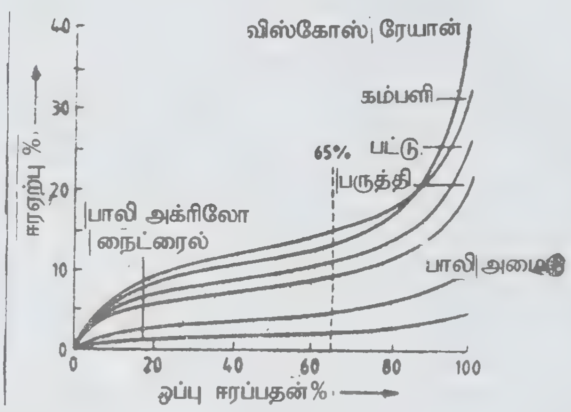
அலைவு (Crimp)**.** நூற்பு, நெசவு ஆகிய வழிமுறைகள் நன்கு நிகழ்வதற்கும், துணியின் தன்மைகளை அறுதியிடுவதற்கும் அலைவு தேவை. கம்பளியில் உள்ள அலைவு இயல்பான அலைவுகளினால் உருவானதாகையால்



படம் 12, படம் 13,



படம் 14.



படம் 15.

சமச்சீர்மையுடன் இருக்கும். இயற்கை இழைகளை நூற்கும் அமைப்புகளில் செயற்கை இழைகளையும் நூல்களாக்க வேண்டுமாயின், செயற்கை இழைகளிலும் அலைவைப் புகுத்த வேண்டும்.நேர்கோட்டு அமைப்புள்ள இழைகளில் நூற்பது எளிதன்று. யாப்பு வகை நீளிழைகளிலும் அலைவு முதன்மை பெறுகிறது. தனி இழையின் நெளிவுகளினால் அடுத்தடுத்த இழைகளுக் கிடையே இடைவெளி தோன்றுகிறது. இவ்விடைவெளியில் ஈரம் உறிஞ்சப்படுவதால், காற்றுப்புகுதல் தடுக்கப்படுகிறது. துணி உடுத்துவோரின் தோலில் ஒட்டுவதும் அலைவினால் தடுக்கப்படுகிறது.

அலைவை விவரிக்கும சிறப்பியல்புகளில் அலைவு அதிர்வெண் (crimp f requency) அலைவு விகிதம் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கன. 1 செ.மீ. நீளத்தில் இடம்பெறும் அலைகளின் எண்ணிக்கை அலைவு அதிர்வெண்ணாகும். நுண்ணோக்கியால் அலைகளை எண்ணும்போது மேடுகளையோ, பள்ளங்களையோ மட்டுமே எண்ண வேண்டும். இரண்டையும் இணைத்து எண்ணக் கூடாது (படம் 13). அலையின் அகல, ஆழங்களையும் அளக்கலாம்.

அலைவு விகிதம் (E) என்பது பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது (படம் 14).

$$E = \frac{l - l^1}{l}$$

இதில்,

l = நீட்டப்பட்ட ஆனால் இராத இழை நீளம்

l^1 = அலைவு நிலையில் இழை நீளம்

அலைவுத் தேக்கம் (crimp retention) என்னும் துணையலகு (B)

$$B(\%) = \frac{l - l''}{l - l'} \times 100$$

என்னும் வாய்பாட்டின்படி அமைந்துள்ளது.

l = நீட்டப்பட்ட இழையின் நீளம் (அலையைப் போக்கும் அளவுக்கு மட்டுமே நீட்ட வேண்டும்) ; l' = முழு அலைவுடன் இழை நீளம் ; l'' = நீட்சியிலிருந்து விடுபட்டவுடன் தேக்கப்பட்ட பகுதி அலைவுடன் நீளம். இழையை நோக்குவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட 5 நிமிட நேரத்திற்குத் தொங்கவிட வேண்டும். இந்த ஆய்வுக்குப் பயன்படு ம் கருவி அலைவுத் தராசு (crimp balance) எனப்படும்.

அடர்த்தி. பைக்னா அளவி (pycnometer) 50 செ.மீ.^{3} கொள்ளளவு கொண்ட ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையாகும். நன்கு எடை தெரிந்த (P) பைக்னா அளவியை முழுதும் டொலுயினால் நிரப்பி எடை (P + F) காண வேண்டும். டொலுவினை அகற்றிவிட்டு, கணிசமான அளவு இழையைப் புகுத்தி (P+G) எஞ்சிய இடத்தை டொலுவினால் நிரப்பி எடை காண வேண்டும். (P+G+F) இந்நான்கு எடைகளிலிருந்தும், டொலுயினின் அடர்த்தியிலிருந்தும் இழையின் அடர்த்தி யைக் கணக்கிடலாம்.

ஆர்க்கிமிடிஸ் முறையில் மாதிரிப் பொருள்களைக் காற்றில் எடையிட்டு அதைவிட அடர்த்தி குறைந்த நீர்மத்தில் அமிழ்த்த வேண்டும். எடை வேறுபாடு இடப்பெயர்ச்சிச் செய்யப்பட்ட நீர்மத்தின் எடையாகும். இங்கு n - ஹெப்டேன், மெத்தனால் ஆகிய நீர்மங்கள் பயன்படுகின்றன.

படிச்சரிவு முறை (gradient method). அடர்த்திகளில் வேறுபட்ட இரு நீர்மங்களைக் கொண்டு ஒன்றன் மீதொன்றாகப் பல அடுக்குகளை உருவாக்கலாம். இவ் வடுக்குகளின் அடர்த்திகள் படிப்படியாக மாறுபட்டிருக்கும். இந்நீர்மக்கலவை அமைப்பில் இழையைப் புகுத்தினால், இழை ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் அல்லது ஆழத்தில் மிதந்து

நிற்கும். இந்நிலையிலுள்ள நீர்ம அடுக்கில் இழையின் அடர்த்தியும் சமமாக இருக்கும்.

நீர் உட்கவருதலும் உறிஞ்சுதலும். சூழ்வெளியின் ஒப்பு ஈரப்பதனைப் பொறுத்து இழைகள் நீரை உட்கவர்கின்றன (படம் 15). இச்செயலில் ஒரு தயக்கம் (hysteresis) காணப்படுகிறது. அதாவது, இழைகள் உறிஞ்சும் நீரின் அளவு அவை உலர்ந்த நிலையிலிருந்து உறிஞ்சியனவா, பகுதி ஈரமான நிலையிலிருந்து உறிஞ்சியனவா என்பதைப் பொறுத்ததாகும்.

ஈரப்பதனைத் தெரிந்து கொள்வதற்கு இழைகளை நிறுத்து, 105°C இல் உயர்த்தி, மீண்டும் எடை காண வேண்டும். தொடக்க எடையில் எடை இழப்பின் சதவிகிதமே இழையின் ஈர அடக்கமாகும்.

இழையின் ஈர அடக்கம் அதன் மின்னியல்புகளையும் பாதிக்கிறது. இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு மின் கடத்துந்திறனை அளக்கும் கருவிகளைக் கொண்டு ஈரப்பதனை அளவிடலாம். இம்முறை ஈர அமைவை அளப்பதற்கு ஏற்றதாயினும் துல்லியமான முறையன்று. இழை மூட்டைகளை ஒரு மின்தேக்கியின் புலத்தில் புகுத்தி அளக்கலாம். இதற்கு இக்கருவிகளின் இரு வேறு ஈரப்பதங்களில் ஆய்வுக்கு முன்பே அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

நீர் உறிஞ்சப்படுகையில் ஒரு பகுதி இழைகளுக்கு இடைப்பட்ட வெளிகளிலும், ஒரு பகுதி இழைகளின் புறப்பரப்புகளிலும் அமையும். நீர்த் தேக்கத்தை அளந்தால் நீர் உறிஞ்சலையும் கணக்கிடலாம். இழை மாதிரியை நீரில் அமிழ்த்தி எடுத்துப் பின்பு மைய விலக்கு விசைக்குட்படுத்த வேண்டும். மைய விலக்குச் செயல் 9800 மீ / நொடி^{2} என்னும் முடுக்கத்தில் ஒரு மணி நேரம் நிகழ்த்தப்பட வேண்டும். இம்முறையில் இழைகளினால் உறிஞ்சப்பட்ட நீரில் சூழ்வெளியிலிருந்து ஈர்க்கப்பட்ட நீர், நீரில் அமிழ்த்தப் பட்டமையால் குடிக்கப்பட்ட (imbibed) நீர், முடுக்க விசையினால் புறப்பரப்பில் ஒட்டப்பட்ட ஈரம் ஆகியன அடங்கும். இழைகளின் படிக உருவுள்ள பகுதிகளில் நீர் புகுவதில்லை. படிக உருவமற்ற பகுதிகளில் மட்டுமே நீர் மிகுதியும் நுழைகிறது. இதிலிருந்து இழையில் படிகத்தன்மையின் விழுக்காட்டை அறியலாம்.

வெப்ப இயல்புகள். வெப்பத்தால் தோன்றும் பண்பு இயல்புகள் பெரும்பாலும் நூலைக்கொண்டே ஆய்வு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. உருகுநிலை, கண்ணாடித் தன்மை மாறுநிலை (glass transition temperature) சிதைவு வெப்பநிலை, தன் எரிதல் நிலை, கருகும் வெப்பநிலை, இளகும் வெப்பநிலை வரம்பு ஆகிய துணையலகுகளால் துணிகளின் இழை வகையை இனங்காணலாம். துணிகளின் வெப்பக் காப்பீட்டுத் திறன், துணி அமைப்பைப் பொறுத்ததேயன்றி இழைகளின் வெப்ப இயல்புகளைப் பொறுத்ததன்று.

வெப்பத்திற்கு ஏற்பு விளைவுகளின் அடிப்படையில் இழைகளை வெப்பத்தால் நெகிழ்பவை, வெப்பத்தால் நெகிழாதவை எனப் பகுக்கலாம். பருத்தி, கம்பளி, பட்டு, ரேயான், லினன், சணல் ஆகியன வெப்பத்தால் நெகிழாதவை. அவற்றுக்குக் குறிப்பிட்ட உருகு நிலை இல்லை. சூடுபடுத்தும்போது அவை கருகிச் சிதைவுறுகின்றன. பாலி அமைடு, அக்ரிலிக்குகள்,பாலி எஸ்ட்டர் ஆகியன சூடாக்கப்படும் போது இளகிப் பின்பு உருகுகின்றன. பல இளகவல்ல நெகிழிகள் படிகத் தன்மையும் படிகமற்ற தன்மையும் இணைந்து பெற்றுள்ளமையால் குறிப்பிட்ட உருகுநிலை அற்றவையாகவுள்ளன. படிகமற்ற பகுதி, படிகவகைப் பகுதியைவிடக் குறைந்த உருகுநிலை கொண்டது. பொதுவாக, படிகநிலைப் பகுதி உருகும் வெப்பநிலையை உயர் வெப்பநிலை எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு மூலம் கண்டறிந்து அதனையே இழையில் வெப்பநிலையாகக் குறிப்பிடுதல் வழக்கம், கெல்லார், நோமெக்கஸ் என்னும் சில தொகுப்பு இழைகள் உருகாதன; மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே சிதைவுறக் கூடியன.

நிலை மின்னியல்புகள் (electrostatic properties). இரு திண்மப் பொருள்களை ஒன்றொடோன்று உரசினால் மின்னேற்றம் உருவாகிறது. உரசும் பொருள் மின்கடத்த வல்லதாயின் உருவாகும் மின்னேற்றம் அகற்றப் பட்டுவிடுகிறது. மாறாக, அப்பொருள் ஓர் அரிதிற் கடத்தியாயின், மின்னேற்றம் குவிந்து கணிசமான மின்னழுத்தத்தைத் தருகிறது. இவ்வகையில் ஒரு துணியின் நூற்பு பாதிக்கப்படுவதுடன், ஆடையை உடுத்துவோர் உடலில் ஒட்டவும் செய்கிறது.

இழைகளில் நிலை மின்னேற்றத்தைப் பற்றி அறிவதற்கு நான்கு அளவுகோல்கள் உள்ளன. புறப்பரப்பு மின்தடை, கொள்ளளவு மின்தடை, மின்னேற்றம் குவியும் விரைவு மற்றும் அதன் மறைவு விரைவு, இருத்தி வைக்கப்பட்டவல்ல பெரும அளவு முன்னேற்றம்.

தொகுப்புவழியில் தயாரிக்கப்படும் நீர்-விலக்கும் இழைகள் உயர் மின்கடத்தா வலிவைக் கொண்டுள்ளன. எனவே அவை நல்ல நிலை மின்னேற்றத் தோற்றிகளாகும். இயற்கை இழைகளும், நீரை ஈர்க்கவல்ல செயற்கை இழைகளும் எளிதில் ஈரத்தை உறிஞ்சுவனவாதலால் உயர் ஒப்பு ஈரப்பதனில் சிக்கல் ஏற்படுவதில்லை.

நிலைமின்னேற்றத்தைத் தேக்கும் திறனை அளப்பதற்கு மின்புல அடர்த்தி கருவிகள் (field intensity meters) சிக்கெடுக்கும் அமைப்பில் (carding) பொருத்தப்படுகின்றன.

இழைகளைக் கண்டறிதல்

சில கரைப்பான்களில் வேதி ஆய்வுகள் கரையும் திறனைக் கொண்டு இழை வகைகளைக் கண்டறியலாம்.

இழை	உரிய கரைப்பான்
கம்பளி மற்றும் பட்டு	KOH
பாலி அமைடு (நைலான்)	HCl (6M), ஃபினால்கள்
பாலி அக்ரிலோநைட்ரைல்	டை மெத்தில் ஃபார்மமைடு (DMF)
பாலி எஸ்ட்டர்	1, 2-டைகுளோரோ பென்சீன்
செல்லுலோஸ் அசெட்டேட்	80% அசட்டோன் நீரியக் கரைசல்
டிரை அசெட்டேட்	90% CH_2- Cl_2 + 10% C_2H_5 OHகலவை

கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்தி இழை வகைகளைக் கண்டறிதல் தற்போது கடினமாகி வருகிறது. ஒரே வேதி அமைப்பையும் வேதிப் பண்பையும் கொண்ட இழைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. கலப்பின இழைகளில் உட்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் உயர்ந்து வருகிறது. ஒவ்வோர் இழைக்கும் தனிக் கரைப்பானைத் தெரிந்தெடுத்தல் இயலாது. பல்வேறு இழைகளும் சில இழைகள் மாதிரிப் பொருளில் இல்லை என உறுதி செய்து கொள்வதற்கும் வேதி ஆய்வின் முடிவுகளை அறுதியிடுவதற்கும் கரைப்பான் வழி ஆய்வுகள் உதவுகின்றன.

கறைபடிதலைக் கொண்டு (staining) இழைகளைக் கண்டறிய வாய்ப்புண்டு. இருவழி இழை கண்டறியும் முறை (double barreled fibre identification) நன்கறியப் பட்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட சாயத்தை (உரிமைப் பட்டயம் பெறப்பட்டது) இழையுடன் கொதிக்கும் அசெட்டிக் அமிலத்திலிட்டால் இழை ஒரு நிறத்தைத் தரும். அதே சாயத்தை அதே இழையுடன் சோடியம் கார்போனேட் (காரம்) கரைசலிட்டால் இழை மற்றொரு வண்ணத்தை ஏற்கும். எடுத்துக்காட்டாக, அசெட்டேட் ரேயான் இழை அசெட்டிக் அமில ஊடகத்தில் பச்சை நிறத்தையும், மென்காரக் கரைசலில் ஆரஞ்சு நிறத்தையும் ஏற்கிறது.

தாவர வகை இழைகளை விலங்கின இழைகளிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு இழையை 5% எரிகாரக் கரைசலிட்டால் கம்பளி, பட்டுப் போன்ற தாவர இழைகள் பாதிப்புறுவதில்லை. மாறாக, நீர்த்த அமிலங்கள் (2% H_2SO_4) தாவர இழைகளைச் சிதைவுறச் செய்கின்றன. மாதிரித் துணியின் மீது ஒரு சொட்டு அமிலக் கரைசலை வைத்து, அதன் மீது பெட்டிப் போட்டால் (ironing) அமிலம் பட்ட இடம் கருகிவிடும். இவ்வாறு நிகழ்ந்தால் அத்துணி பருத்தி, லினன் அல்லது ரேயான் இழைகளாலானது எனக் கொள்ளலாம்.

பருத்தி - லினன் வேறுபாடு அறிவதற்கான ஆய்வுகள். இவற்றை நிகழ்த்து முன்பு கொதிக்கும் 0.5% NaOH கரைசலிட்டுச் சில நிமிடங்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். இதனால் புறப்பரப்பிலுள்ள சேர்க்கைப் பொருள்கள் அகற்றப்படுகின்றன. பின்பு கீழ்க்காணும் ஆய்வுகளுள் ஏதேனும் ஒன்றினை நிகழ்த்தலாம். ஆல்கஹாலில் தயாரித்த 1% ஃபியூசின் கரைசலில் மாதிரித் துணியை அமிழ்த்தினால் லினன், பருத்தி இரண்டுமே சிவப்பு ரோஜா நிறத்தைத் தருகின்றன. பின்பு இவற்றைக் கழுவி தனித்தனியே அம்மோனியா கரைசலில் அமிழ்த்தினால், லினன் சிவப்பு நிறத்தைத் தக்க வைத்துக் கொள்கிறது. பருத்தி நிறநீக்கம் அடைகிறது. இதே ஆய்வினை மெஜெண்டா என்னும் சாயத்தைப் பயன்படுத்தியும் செய்யலாம்.

அடர் கந்தக அமிலத்தில் இரண்டு நிமிடங்களுக்கு அமிழ்த்தினால் லினன் இழைகளைவிடப் பருத்தி இழைகள் கூடுதல் வலிவிழப்பு அடைகின்றன. இம்மாதிரிகளை நீரில் கழுவி நீர்த்த அம்மோனியா கரைசலிலிட்டால், பருத்தி இழைகள் கரைந்து விடுகின்றன. லினன் இழைகள் பாதிப்புறுவதில்லை. இருவகை இழைகளையும் துத்தநாக குளோரைடு அயோடின் கரைசலில் (Herzberg's stain) அமிழ்த்தினால், பருத்தி சிவந்த பழுப்பு நிறத்தையும், லினன் நீலம் அல்லது ஊதா நிறத்தையும் ஏற்கும்.

அடர் கந்தக அமிலமும், அயோடின் படிகங்களும் சம அளவில் கலக்கப்பட்ட கரைசலில் மாதிரிகளை அமிழ்த்தினால் ரேயான் அடர் நீல நிறத்தையும், அசெட்டேட் மஞ்சள் நிறத்தையும் அடையும். 50% நீரிய அசெட்டிக் அமிலத்திலிட்டால் அசெட்டேட் இழை கரைந்துவிடும். ரேயான் கரையாது. நைலானைப் பிற இழைகளிலிருந்து வேறுபடுத்தும் நிகழ்வு நைலான் கொதிக்கும் எரிகாரத்தில் கரையாமையால் விளைகிறது.

நோமெக்ஸ் அரமிட் இழைகளை மற்றவற்றினின்றும் வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு ஒளிவிலகல் ஆய்வு பயனாகிறது. இழையை அதன் ஒளி விலகல் எண்ணையே (1.67) கொண்ட நீர்மத்தில் அமிழ்த்தி, நுண்ணோக்கியால் உற்றுநோக்கினால், நோமெக்ஸ் இழை கண்ணுக்குப் புலப்படாது. சில பாலி எஸ்ட்டர்களும் இதே போன்று உள்ளமையால் கொளுத்தும் ஆய்வு நிகழ்த்த வேண்டும். நோமெக்ஸ் கருகும்; பாலி எஸ்ட்டர் உருகும்.

பாலி எஸ்ட்டரை மற்ற இழைகளிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காணல். அசெட்டேட் நைலான் போன்று பாலி எஸ்ட்டர் சூடான மெட்டா கிரசாலில் கரையும். எனினும் அசெட்டேட்டைப் போல் பாலி எஸ்ட்டர் அசெட்டோனில் கரையாது. நைலானைப் போல் அடர் ஃபார்மிக் அமிலத்தில் கரையாது.

அக்ரிலிக் இழை மட்டுமே 70% அம்மோனியம் தயோசயனேட் கரைசலில் 130°C இல் கரையக்கூடியது. ஸ்பாண்ட்க்ஸ் 93°C இல் டைமெத்தில் ஃபார்மமைடு கரையும். பாலி ஒலிஃபீன் இழைகள் DMF லோ, 1,4 டையாக் சேனிலோ

கரையா. பாலி எத்திலீன், பாலி புரோப்பிலீன் ஆகிய இரண்டு வகைகளும் கொதிக்கும் டெகலினில் கரையும். ஆனால் பாலி புரோப்பிலின் கொதிக்கும் வளைய ஹெக்சேனில் 10 நிமிடங்களுக்குப் பின்பும் கரையாது. பாலி எத்திலீன் கரையும். கண்ணாடி இழைகள் HF இலும், சூடான பாஸ்.'.பாரிக் அமிலத்திலும் கரையும்.

எரிதல் ஆய்வு. இழை, நூல் அல்லது துணி மாதிரியைச் சிறு தீச்சுடரில் மெல்ல நுழைத்துக் கூர்ந்து நோக்க வேண்டும். சுடரிலிருந்து அகற்றிய பின்பு எரிதல் தன்மையைத் தொடர்ந்து நோக்க வேண்டும். நெடி ஏதாகிலும் வெளிவருமாயின், அதனையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். எரிந்த இழை குளிர்விக்கப்பட்ட பின்பு அதிலிருந்து எஞ்சும் சாம்பலின் அளவு, தோற்றம், கடினத்தன்மை, நிறம் ஆகியவற்றைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

நீளவாட்டிலும் குறுக்குவாட்டிலும் வெவ்வேறு வகை நூல்களால் நெய்யப்பட்ட துணியாயின், இருவகை நூல்களையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பிரித்து, இரண்டையும் தனித்தனியே இந்த ஆய்வுக்குட்படுத்த வேண்டும். ஒரு நூல் இழைக்கலப்பினால் தயாரிக்கப் பட்டிருந்தால், இருவகை இழைகளையும் முறுக்கிலிருந்து பிரித்துத் தனித்தனியே எரித்தல் வேண்டும். துணியைச் சீர் செய்வதற்குப் பல வேதிப் பொருள்கள் பயன்பட்டிருக்கலாம். அவை யாவற்றையும் அகற்றாவிடில் அவை இழையின் எரிதல் தன்மையை மாற்றிவிடக்கூடும். சில செயற்கை இழைகள் தீயால் பாதிப்புறுவதில்லை. எ-டு: மோடாக்ரிலிக், அக்ரிலான் - அக்ரிலிக் இழைகள்.

பல்வேறு இழைகளின் எரிதல் பண்புகள் அட்டவணை 1 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. நிறம், இழை, நூல், துணி இவற்றின் சாயலும், அடர்த்தியும் நிறமாலை வரைவிகளைக் (spectrophotometers) கொண்டு அறியப்படுகின்றன. வெள்ளை ஒளி வண்ணத் துணியின் மீது பாய்ச்சப்படும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளம் கொண்ட ஒளி உறிஞ்சப்படுகிறது அல்லது எதிரொளிக்கப்படுகிறது. இவ்வலை நீளம் துணியின் நிறத்தைப் பொறுத்ததாகும். இவ்வொளியை ஒரு மின்வேதிக் கலத்தில் செலுத்தி அலை நீளத்தையும் அடர்த்தியையும் அறியலாம். தற்போது நிறத்தைக் கண்டறிதல் அடிப்படை நிறங்களான சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகியவற்றின் கலப்பே மற்ற நிறங்கள் என்னும் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. நிறத்தைப் பற்றிய புள்ளி விவரங்கள் முக்கிளர்வுறு எண் மதிப்புகள் (tristimulus values) என்றவாறு கணிப்பொறியில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. சாயத் தயாரிப்பாளருக்கும், சாயத்தைப் பயன்படுத்துவோருக்கும் இடையே நிறம் பற்றிய இவ்விரங்கள் வணிக மொழியை எளிதாக்குகின்றன.

நிறத்திடம் (colour fastness)**.** ஒளி, சுற்றுச்சூழல், ஈரச் சலவை, உலர் சலவை ஆகியவற்றினால் நிறம் பாதிக்கப்படாமையை அளப்பதற்குக் கண்ணால் பார்த்து ஒப்பிடும் முறை எளியதாகும்.

ஒளியில் நிறத்திடம் அறிவதற்குச் சூரிய ஒளியையோ, கார்பன் மின்வில் விளக்கையோ, செனான் மின்வில் விளக்கையோ பயன்படுத்தலாம். சலவையினால் சாயப் பாதிப்பை அறிய அத்துணியை ஒரு வெள்ளத் துணியுடன் ஒன்றாகத் தைத்து, இச்சேர்க்கையைக் குறிப்பிட்ட சோப்புக் கரைசலில் 45 நிமிடங்களுக்கு ஊறவைத்து, பின்பு ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட துணியிலும், வெள்ளைத் துணியிலும் தோன்றியுள்ள நிற மாறுபாடுகளைக் குறித்துக் கொண்டு சாயத்தின் நிறத் திடத்தை அறியலாம்.

உராய்வில் நிறத்திடம் (crocking fastness)**.** சாயம் ஏற்றப்பட்ட துணியை ஒரு வெள்ளைத் துணியின் மீது தேய்த்து வெள்ளைத் துணி எந்தளவுக்கு நிறத்தை ஏற்றுக் கொண்டிருக்கிறது என்று கண்டறிதல் உராய்வினால் துணி நிறமிழத்தலை அளந்தறியும் ஆய்வாகும்.

ஆய்வாளர் சார்பு ஆய்வுகள் (subjective test)**.** கையால் தொட்டுப் பார்த்து அறியப்படும் தன்மைகள் (tactile properties) ஓரளவுக்கேனும் ஒருவருக்கொருவர் வேறுபடும். எனினும் விறைப்புத் தன்மை, வளையும் தன்மை, நெகிழும் தன்மை ஆகியவற்றை உணர்வு தொடர்பின்றி (objectively) அளவிடலாம்.

பார்வையால் தீர்மானிக்க வேண்டிய தன்மைகளுள் துவளுமை (drape) முதன்மையானதாகும். உடுத்துபவரின் மீது கண்ணுக்கு வனப்புடனும் கண்கவர் மடிப்புகளுடனும் துணி காணப்படுந்தன்மை துவளுமை எனப்படும். துவளுமை அளவிடு கருவியைக் கொண்டு இத்தன்மை அளந்தறியப் படுகிறது. ஓர் உருளையைச் சுற்றித் துணியை வளைக் கையில் அதன் வளையும் வீதம் கணக்கிடப்படுகிறது. துவளுமை துணியின் விறைப்புத் தன்மை, மடிப்புக்கு ஈடுகொடுக்கும் இயல்பு, தடிமன், அமுங்கும் தன்மை ஆகியவற்றுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள பண்பாகும்.

துணியை மடிக்கும் போதும், கசக்கும் போதும் நூலின் மேல்பகுதி இழைகள் இழுவலிவுக்கும் உட்பகுதி அழுத்த வலிவுக்கும் உள்ளாகின்றன. எனவே, சுருக்கத்திலிருந்து மீட்டல் என்பது துணியின், மீட்சிப் பண்புகளைப் பொறுத்ததாகும். துணியைக் கைக்குள் அடக்கி, கசக்கி, பின்பு தன்னிலை அடைய விட்டுவிடுதல் இவ்வகை ஆய்வின் அடிப்படையாகும். TBL (Total - Broadburst - Lee) ஆய்வில் 4 x 1 செ.மீ. மாதிரித் துணியைச் சரிபாதியாக மடித்து, பின்பு தொங்கவிட்டுப் பழைய நிலைக்குத் திரும்ப விட்டுவிட்டால், மீட்புக் கோணம் (recovery angle) சுருக்கத் தடைக்கு ஓர் அளவையாகும். TBL முறை தற்போது எந்திரமுறையாக் கப்பட்டுள்ளது. மீட்புக் கோணம் 135° க்கு மேல் இருப்பின் அத்துணி எளிதில் சுருக்கம் அடையாது. பொதுவாக இந்த ஆய்வுகள் 90% மற்றும் 65% ஒப்பு ஈரப்பதன் சூழ்நிலைகளில் நிகழ்த்தப்பட வேண்டும். மற்றொரு கசங்கல் தாங்கல் முறையில் 15 x 28 செ.மீ. உருளையாக மாதிரித் துணியை உருவாக்கி முறுக்கிப் பிழிந்து சுருக்கங்களை உருவாக்க

அட்டவணை 1

இழைகளின் எரிதல் ஆய்வுகளும் முடிவுகளும்

1. இயற்கை இழைகள்

இழை	தீச்சுடரை அணுகும்போது	தீச்சுடரில் இருக்கும்போது	தீச்சுடரிலிருந்து விலக்கப்பட்ட பின்பு	நெடி	சாம்பல்
பருத்தி	பொசுங்குகிறது ; எளிதில் தீப்பற்றுகிறது	விரைவாக எரிகிறது ; மஞ்சள் நிறச்சுடர்	தொடர்ந்து விரைவாக எரிகிறது; தொடர்ந்து ஒளி வீசும்	எரியும் காகித நெடி	லேசான இறகையொத்தது, கருமை நிறமாக இருப்பின் கீரவினையாக்கப்பட்ட பருத்தியாக இருக்கும்
லினன்	பொசுங்குகிறது ; எளிதில் தீப்பற்றுகிறது	நூல்கள் தடித்திருந்தால் பருத்தியைவிட மெதுவாகத் தீப்பற்றுகிறது ; மஞ்சள் சுடர்	தொடர்ந்து எரிகிறது	எரியும் காகித நெடி	இறகைப் போன்றது ; சாம்பலின் நிறம்
கம்பளி	சுடரின்றி எரிகிறது (smoulders)	சிறு சிமிட்டும் சுடர் ; ‘உஸ்’ என ஓசையிட்டு சுருள்கிறது	எரிவது நிற்கிறது	இறகு, மயிர், ஆகியன எரியும் நெடி	முறுகலான, கருஞ் சாம்பல் ஒழுங்கற்ற வடிவம்; நொறுங்கும்
பட்டு (உலோகம் கலக்கப்படாதது)	சுடரின்றி எரிகிறது (smoulders)	எரிகிறது ; உருகித் தெறிக்கிறது	எரிதலை எளிதில் ஊக்குவிப்பதில்லை; சுடர் அணைகிறது	இறகு, மயிர் ஆகியன எரியும் நெடி	உருண்டையான, முறுகலான பளபளக்கும் கறுப்பு மணிகள்; எளிதில் நொறுங்கும்
பட்டு (உலோகம் சேர்க்கப்பட்டது) (weighted silk)	சுடரின்றி எரிகிறது (smoulders)	ஒளிர்ந்து எரிகிறது	எரிந்த பகுதி கனல் ஒளிர்வு பெற்றுப் பின்பு சுருங்குகிறது	இறகு, மயிர் ஆகியன எரியும் நெடி	மாதிரித் துணியின் அமைப்புச் சல்லடையாக மாறி எஞ்சுகிறது

அட்டவணை 1

2. செயற்கை இழைகள்

இழை (1)	தீச்சுடரை அணுகும்போது (2)	தீச்சுடரில் இருக்கையில் (3)	தீச்சுடரிலிருந்து அகன்றவுடன் (4)	நெடி (5)	சாம்பல் (6)
விஸ்கோஸ் ரேயான்	பொசுங்குகிறது ; விரைவில் தீப்பற்றுகிறது	விரைவாக எரிகிறது ; மஞ்சள் நிறச்சுடர்	எரிதல் தொடருகிறது; ஒளிவீச்சுத் தொடருவ-தில்லை (no afterglow)	எரியும் காகித நெடி	லேசானது ; இறகைப் போன்றது ; கருமை நிறம்
அசெட்டேட்	சுடரிலிருந்து விலகி உருகுகிறது ; கருமையடைகிறது	துணி மடங்கி, தெறித்து உருகி, தாரைப்போல சொட்டுகிறது	எரிதலும் உருகுதலும் தொடருகின்றன	புளித்த காடியின் நெடி	கடினமான, நொறுங்க வல்ல ஒழுங்கற்ற கருநிறச் சாம்பல்
டிரை அசெட்டேட்	சுடரிலிருந்து விலகி எரிகிறது	அசெட்டேட்டைப் போன்றே மாறுகிறது	அசெட்டேட்டை ஒத்த நடத்தை	புளித்த காடியின் நெடி	அசெட்டேட்டின் சாம்பலைப் போன்றது
நைலான்	உருகி, சுடரிலிருந்து சுருங்குகிறது	உருகியவாறு மெல்ல எரிகிறது	சுடரின் உயரம் மெல்லக் குறைகிறது	மூக்கைத் துளைக்கும் நெடி	கடினமான, உருண்டை-யானது, உடையாத, சாம்பல் நிற மணிகள்
அரமிடு நோமெக்ஸ்	சுடரிலிருந்து விலகிச் சுருங்குகிறது	சுருங்குகிறது. 370°C இல் கருகுகிறது	தானே சுடரை அணைக்கிறது	ஏதுமில்லை	கடினமான, கருமையான மணிகள்
பாலிஎஸ்டர்	உருகி, சுடரிலிருந்து விலகிச் சுருங்குகிறது	உருகியவாறு மெல்ல எரிகிறது	தயங்கி எரிகிறது	நறுமணம்	கடினமான, உருண்டை வடிவிலான நொறுங்கும் கறுப்பு மணிகள்
அக்ரிலிக் (ஆர்லான்)	உருகி, சுடரிலிருந்து விலகிச் சுருங்குகிறது	விரைவில் எரிந்து, துணி சுருங்கி, மடிந்து, தெறிக்கிறது. உருகவும் செய்கிறது.	எரிதலும் உருகுதலும் தொடர்கின்றன	எரியும் இறைச்சியின் மணம்	கடினமான, நொறுங்கும் தன்மை கொண்ட கறுப்பு மணிகள்
மோடக்ரிலிக் (வெரெல்)	உருகி, சுடரிலிருந்து சுருங்குகிறது	உருகியவாறு மெல்ல எரிகிறது	தானே அணையவல்லது	எரியும் வெடித்தூளின் மணம்	கடினமான ஒழுங்கற்ற வடிவம் கொண்ட கறுப்பு மணிகள்
ஸ்பான்டெக்ஸ்	உருகுகிறது; ஆனால் சுடரிலிருந்து விலகிச் சுருங்குவதில்லை	உருகியவாறு எரிகிறது	தொடர்ந்து உருகியவாறு எரிகிறது	கடுமையான நெடி	மென்மையான கனமான கறுப்பு நிறச் சாம்பல்
பாலி புரோப்பிலின்	உருகி, சுடரிலிருந்து விலகிச் சுருள் சுருளாகிறது	உருகி, மெல்ல எரிகிறது	தயங்கி எரிகிறது	எரியும் தாரின் (நீலக்கீலின்) நெடி	கடினமான, உருண்டை வடிவிலான செம்பழுப்பு மணிகள்
இயற்கை ரப்பர்	சுடரின்றி எரிகிறது	உருகி, சுடரிலிருந்து விலகிச் சுருங்குகிறது	தானே அணையவல்லது	திணறச் செய்யும் ; ஒவ்வாத நெடி	கடினமான, நொறுங்க வல்ல, ஒழுங்கற்ற வடிவம் கறுப்பு மணிகள்

வேண்டும். பின்பு சுருக்கங்கள் பிரிவதற்கு வாய்ப்புக் கொடுத்துப் பார்வையால் அறுதியிடப்பட்ட தர மாதிரிகளுடன் ஒப்பிடல் வேண்டும்.

துணியின் பளபளப்பு, இழை, நூல் மற்றும் துணியின் உள்ளமைப்புகளைப் பொறுத்தது. துணியின் புறப்பரப்பு ஒழுங்கு ஒளி எதிர்பலித்தலைப் பாதிக்கும் முதன்மையான காரணியாகும். புறப்பரப்பு ஒழுங்கீனங்கள் துணியின் பளபளப்புத் தன்மையைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. நூலின் இழைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமையப் பெற்றிருப்பின், துணியின் பளபளப்புக் கூடும். அடுத்தடுத்து இடையீடாகும் நிரப்பு நூல்களுக்கிடையே ஒரு பாவு நூல் பல நிரப்பு நூல்களுக்கு மேலாகவோ, கீழாகவோ தாண்டிச் சென்றால் பளபளப்புக் கூடும். அதாவது, பாவு நூல் நிரப்பு நூல் குறுக்கீடுகள் (intersections) குறையக் குறையப் பளபளப்பு அதிகரிக்கும். இதன் காரணமாகவே சாட்டின் (satins) பளபளப்புடன் உள்ளது. முன்பே கூறியதுபோல் இழையின் குறுக்குத் தோற்றமும் துணியின் பளபளப்புக்கு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட காரணியாகும்.

பளபளப்பை அறிவதற்குத் துணியின் பரப்பின் மீது ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் (வழக்கமாக, பரப்பின் செங்குத்துக் கோட்டிலிருந்து 45° மற்றும் 80° விலகியிருக்கும் பாதையில்) ஒளி விழச் செய்து, திருப்பப்படும் ஒளியின் அடர்த்தியை அளக்கலாம். கோணமின்னழுத்த அளவியும் (Goniophotometric Method) பயன்படுத்தலாம். பரப்பின் மீது விழும் ஒளிக் கோணத்தை உள்ளடக்கிய தளத்தில் அனைத்துக் கோணங்களிலிருந்தும் பரப்பிலிருந்து திருப்பப்படும் ஒளியை ஆராயலாம்.

உடை வசதி (comfort) என்பது அணிபவரின் விருப்பு வெறுப்புகளைப் பொறுத்ததாகையால், இதனை ஆய்ந்தறியும் கருவிகள் இல்லை. எனினும் அனைத்து மனிதர்களுக்கும் பொதுவான சில விருப்பங்களைக் கருத்திற் கொண்டு வசதி என்னும் துணையலகை வகுக்கலாம். ஒரு துணியின் வெதுவெதுப்பு, வெப்பக் காப்பீட்டுத்திறன், காற்றுப் புகவிடும் இயல்பு, உலரும் விரைவு, மென்மை, கொண்மை (bulk) ஆகியன இதில் அடங்கும், இவற்றுள் சில இயல்புகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிராகவுள்ளன. (எ-டு) : ஈர ஏற்பும், உலரும் விரைவும், இவ்வாய்வுகளை நிகழ்த்த மாதிரி நபர்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒருவரை ஒரு குறிப்பிட்ட ஆடையை அணியச் செய்து, பல்வேறு தட்பவெப்பநிலைகளைக் கொண்ட மாறுபட்ட அறைகளில் இயல்பாக இயங்க வைத்து, அவர் களிடம் உடையின் வசதியைக் கேட்டறிந்து பதிவு செய்து கொள்ள வேண்டும். உடை அணிபவரின் நாடித்துடிப்பு, உடல் வெப்பநிலை, வியர்வையின் அளவு ஆகியவற்றையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல்கள். B.P. Corman, *Textiles - Fibre to Fabric*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1985: Kirk - Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol.22, John Wiley Interscience, 1983.

துணி இயற்பியல்

துணித் தயாரிப்புத் தொழிலில் இயற்பியலின் ஈடுபாடு பல வகைப்பட்டது. எந்திரங்களின் இயக்கங்கள். வெப்பம், ஈரம், அளவை முறைகள், கட்டுப்பாட்டு உத்திகள் ஆகியன மறறத் தொழில்களுக்குப் பொதுவான இயற்பியல் பயன்கள் ஆனால் இங்கு விவரிக்கப்படும் இயற்பியல் கோட்பாடுகளும் பயன்களும் நெசவுத் தொழிலுக்கு மட்டுமே பொருத்தமானவை.

நெசவுத் தொழிலில் பயனாகும் இழை, புரி, நூல், துணி என்னும் பலவகைப் பொருள்களின் பண்புகளும், தயாரிப்பும் இயற்பியலுடன் கொண்டுள்ள சார்பு இரு முதன்மைக் காரணிகளிலிருந்து எழுகிறது: 1. மற்றைய பொருள்களில் வலிமையும் விறைப்புத் தன்மையும் ஒருங்கே அமைந்திருக்கையில், துணிகளில் வலிமையும் நெகிழும் தன்மையும் ஒருங்கே அமைந்திருத்தல் தேவை. இதன் விளைவாக, துணிகளும், நூல்களும் பெரிய அளவில் உருமாற்றம் அடையலாம். இயற்பியலில் பொதுவாகப் பயன்படும் மீட்சிமைக் கொள்கை (elastic theory) துணிகளுக்குப் பொருந்துவதில்லை. 2. இழைகள் நுண்ணிய, நீளமான, நெகிழவல்ல பண்பைப் பெற்றுள்ளமையால், இவற்றை நெசவுக்குட்படுத்தும்போது, விளைவாகும் துணியில் இந்நெகிழ்வு குலையாமல் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும். அதே நேரத்தில் துணியைத் தகைவுக் குட்படுத்துகையில் இழையின் நீளவாக்கில் அமைந்துள்ள வலிவு துணியின் வலிவுக்குக் காரணமாக வேண்டும்.

இழைகளின் பரிமாணங்கள் அடிப்படைப் பண்புகளுள் முதன்மையானவை.

ஒரு மனிதனின் முழு உடையில் (முழுக் கால் சாராயும், முழுக்கைச் சட்டையும் சேர்ந்து) ஏறத்தாழ 1 கோடி இழைகள் உள்ளன. இவை யாவற்றையும் ஒழுங்குபடுத்தி வைப்பது நெசவுத் தொழிலின் பணியாகும். மரபு வழி இயற்பியல் அல்லது பொறியியல் ஆகியவற்றால் இதைச் செய்திடவியலாது. எனவே, இழைக் கற்றைகளின் தன்மைகளுக்கும், அவற்றின் இயக்கங்களுக்கும், இயற்பியல் கொள்கைகளும் சமன்பாடுகளும் தேவை. இயற்பியலார் நெசவுத் தொழிலில் தம் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கியபோது ஒரு சிக்கல் தோன்றியது. கைத்தொழிலாகப் பல நூற்றாண்டுகள் வளர்ந்து வந்துள்ள நெசவுத் தொழில் பரந்த கலைத் திறனையும், வினைத் திறனையும் (expertise) பெற்றுள்ளது. எனவே, இந்நிலையில் நெசவுத் தொழிலில் அறியப்பட்டுள்ள உண்மைகளுக்கு அறிவியல் அடிப்படையில் விளக்கம் அளிப்பது மட்டுமே இயற்பியலார் செய்யக்கூடியதாகும். தற்போது இந்நிலையிலிருந்து சற்றே முன்னேற்றம் காணப்பட்டுள்ளது.

இழையின் அமைப்பும் பண்புகளும் இயற்பியல் அடிப்படையில் ஆராய்ந்தறியப்பட வேண்டியவை. ஒரு சில செ.மீ. நீளம் கொண்ட ஓர் இழையின் நிறை ஏறத்தாழ 10^{-5} கிராம் ஆகவும் அதன் குறுக்களவு ஏறத்தாழ 10^{-3} செ.மீ. ஆகவும் இருக்கும். இந்நீளம் ஒளி அலையின் நீளத்தைப் போன்று பத்து மடங்கு மட்டுமே கூடுதலாகும். இவ்வளவு சிறிய பரிமாணங்களுடன் கூடிய பொருளைப் பற்றி அறிவது சில சிக்கல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. மேலும், இழைகளை உருவாக்க ஒரு சில பொருள்களே, குறிப்பாகப் படிக நிலைப் பல்லுறுப்பிகளே பொருத்தமானவை.

கலிலியோவும், லியானார்டோடாவின்சியும் துணி அமைப்புகளைப் பற்றிக் குறிப்புரைகள் வழங்கியுள்ளார்கள். மேலும், 1920 ஆம் ஆண்டு வரை துணித் துறையில் இயற்பியல் ஈடுபடுத்தப்பட்டமைக்கான சான்றுகள் இல்லை. இழைக் கற்றைகளின் இயக்கப் பண்புகளைக் கொ.்.ப்,ஹாஸ் ஆகியோர் பகுத்தறிய முற்பட்டனர். எனினும், துணி இயற்பியலில் முன்னோடிகளாகத் திகழ்ந்தவர்கள் டபிள்யூ. எல். பால்ஸ், எ.்.ப்.டி.பியர்ஸ் ஆகியோர் ஆவர்.

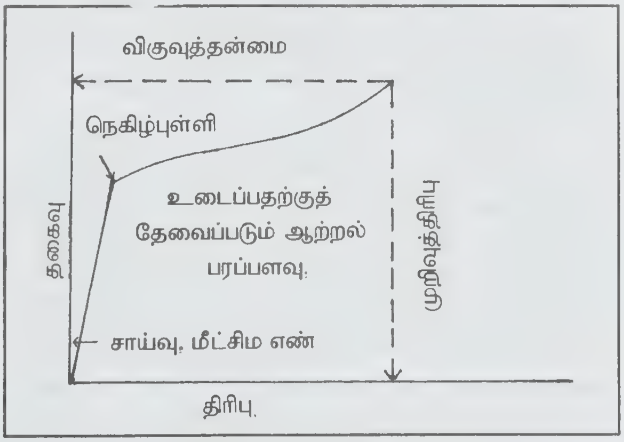
கடந்த இருபதாண்டுக் காலத்தில் நிகழ்ந்த இரு முன்னேற்றங்கள் நெசவுத் தொழிலில் இயற்பியலின் முதன்மையைக் கோடிட்டுக் காட்டின. 20ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஆறே அடிப்படை இயற்கை இழைவகைகளும், பன்னெடுங்காலமாக வழக்கிலிருந்து வந்த ஒரு சில தயாரிப்பு முறைகளுமே பயன்பட்டு வந்தன ; இன்றோ, ஐம்பதுக்கும் மேலான முற்றிலும் வேறுபட்ட இழை வகைகளும், ஒவ்வொரு தயாரிப்புக் கட்டத்திலும் பல உத்திகளும் வழக்கிலுள்ளன. பழங்காலப் பட்டறிவு தற்போதைய சிக்கல்களுக்குத் தீர்வை எட்ட உதவாது ; முறையான, அறிவியல் அடிப்படை தேவை. 2. பொருள் பற்றிய அறிவியலில் துணி அல்லது இழை பற்றிய அறிவியல் ஒரு பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. குறிப்பாக, இழை இயற்பியல் என்பது பல்லுறுப்பி இயற்பியல் (polymer physics) எனப்படும் நன்கு ஆராய்ந்தறியப்பட்ட துறையின் ஒரு பிரிவாகும். உயர் வலிமை கொண்ட இழைகள் வலிவூட்டப்பட்ட அமைப்புகளில் பயன்படுகின்றன. உண்மையில், நெசவுத் தொழிலைப் பற்றிய அறிவியல் படிப்பு நிலை மின்னியல், செயலாக்க விசையியல் ஆகிய துறைகளில் அடிப்படை முன்னேற்றங்கள் ஏற்படுவதற்குக் காரணமாயிற்று.

இழை இயற்பியல். இழை இயற்பியல், இயற்பியல் தன்மைகளின் அளவுகளும், விவரிப்பும், இழை அமைப்பைப் பற்றிய தொடர்பு என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரித்தறியப்படுகிறது.

இயற்பியல் தன்மைகளைப் பற்றிய ஆய்வு பொதுவாக எளிய நல்லியல்புப் பண்புகளிலிருந்து இழைகள் விலகியுள்ளமையைக் கண்டறிதலேயாகும். மீட்சிமை பற்றிய ஹுக்கின் விதிக்கு இழைகள் கட்டுப்படுவதில்லை. தகைவு திரிபு சார்புகள் வளைவியல்புக் (non-linear) கொண்டவை. தகைவு திரிபு வரை படத்தில் தயக்க வளையம் (hysteresis loop) தோன்றுகிறது. தகைவும் திரிபும் நேரத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இதனால் நாளடைவில் தொய்வு (creep) ஏற்படுகிறது. ஓமின் விதி-மின்னோட்ட மின்னழுத்த விகித சார்பு பொருந்துவதில்லை. உராய்வு விசை பளுவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இல்லை. இழைகள் திசைக்கோரியல்பு கொண்டவை; எனவே, இரட்டை ஒலி விலக்கம் அடைபவை. சூடுபடுத்துகையில் சில இழைகள் விரிவடைவதற்குப் பதிலாகச் சுருங்குகின்றன. ஈரத்தை உறிஞ்சுவதாலும், சூடுபடுத்தப்படுவதாலும் தன்மை மாற்றங்கள் தற்காலிகமாகவோ, நிலையாகவோ நிகழ்கின்றன.

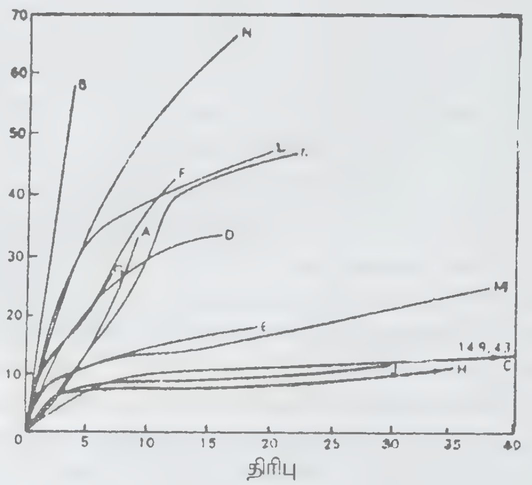
இழைப் பண்புகளுள் முதன்மையானவை அவற்றின் பரிமாணங்களாகும். தனித்தனியே ஓர் இழையின் நீளம், நிறை, அடர்த்தி ஆகியன கண்டறியப்படுகின்றன. ஓர் இழுவிசைக்குட்படுத்தப்பட்டுத் தோற்றுவிக்கப்படும் குறுக்கு அதிர்வுகளை அளந்து அலகு நீளத்திற்கான நிறையை அறியலாம். இழையின் குறுக்குப் பரப்பளவைவிட எளிதில் அளக்கக்கூடியதும் கூடுதலாகப் பயன்படக்கூடியதுமான இத்துணையலகு டெக்ஸ் (tex), அதாவது கிராம்/கி.மீ., என்னும் அலகில் குறிப்பிடப்படுகிறது. டெனியர் என்னும் பழைய அலகும் (கிராம்/9 கி.மீ) வழக்கிலுள்ளது.

இரண்டாவதாக இழைகளின் இயக்கப் பண்புகள் கருதப்படுகின்றன . தகைவு-திரிபு வரைபடம் ஒரு மீட்சிமை எல்லை, அதைத் தொடர்ந்து ஒரு நெகிழ்வு வடிவமாற்றம், இறுதியாக அறுதல் புள்ளி ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். இழையின் குறுக்குப் பரப்பளவை நேரடியாக அளத்தல் கடினம் என்பதாலும், அவற்றை நிறை அடிப்படையில் ஒப்பிடுதல் பயன்மிக்கது என்பதாலும் தன் தகைவு (specific stress) அதாவது, விசை/நேர்கோட்டு அடர்த்தி, 1 கிராம் விசை/டெக்ஸ்=0.111 கி.விசை/டெனியர்= ρகி.கி/மி.மீ.^{2} இங்கு ρ= மரபு அடர்த்தி.



படம் - 1 ஓர் இழையின் தகைவு-திரிபு படம்

பலவகை இழைகளின் இழுவிசைப் பண்புகள் வரைபடம் 2 இல் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன. இவ்வரைபடத் திலிருந்து அறியும் செய்திகளைத் தவிரக் கீழ்க்காண்பனவற்றையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

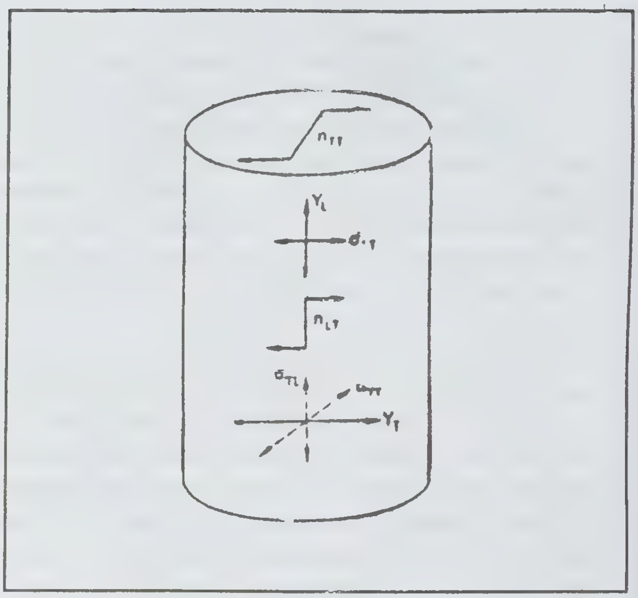


படம் - 2 பல இழைகளின் தகவு - திரிபு வரைபடங்கள்

இழைகள் திசைக்கோரியல்புடையன (anisotropic). எனவே, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மீட்சிக் குணங்களைக் கொண்டவை. முறுக்கு விசை, வளைதல் ஆகியன ஒரு சராசரி மதிப்பாகவே அமையக்கூடும். ஏனெனில், இழையின் வெளிப்பகுதிகளுக்கும் உள்ளீட்டிற்கும் வளையும் தன்மையில் வேறுபாடு உள்ளது. பல இழைகள் குறுக்குவாட்டுச் சமச்சீர்மையை (orthotropic symmetry) அதாவது, இழையின் அச்சுக்குச் செங்குத்தான திசைகள் யாவற்றிலும் சமமான பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இழைகளின் பலவகை மீட்சி மாறிலிகள் படம் 3இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

இழையின் இயக்கப் பண்புகள் காலத்துடன் சார்புடையன. மாறாத தகைவுக்குட்படுத்தப்பட்டாலும், நேரம் செல்லச் செல்லத் திரிபு மெல்ல மெல்லக் கூடுதலாகிறது அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட திரிபை ஏற்படுத்தத் தேவைப்படும் தகைவு நாளடைவில் குறைகிறது. இதனைத் தகைவுத் தளர்வு (stress relaxation) என்றும், ஒரு குறிப்பிட்ட தகைவுக்குத் திரிபு மாறுதலைத் தொய்வு என்றும் கூறுவர்.

இழைகளின் மின்னியல்புகளுள் மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி (dielectric constant), மின்தடை மற்றும் மாறிலி



படம் - 3

அல்லது ஒப்பு மின்புரைமை என்பது இழையின் அடிப்படை வேதி அமைப்பையும், உறிஞ்சப்பட்ட நீரின் அளவையும் பொறுத்ததாகும். அயனிகளால் மட்டுமே இழைகளில் மின் கடத்தல் நிகழ்கிறது. இங்கு

$$\log R = (A/\epsilon) + B$$

எனும் சமன்பாடு பயனாகிறது. இதில் R: மின்தடை; ϵ: மின்கடத்தா ப் பொருள் மாறிலி; A,B ஆகியன மாறிலிகள்.

இழை நிலை மின்னேற்றம் காற்றில் கசிந்து செல்வதாலும், இழைப் பொருளினுள்ளேயே குறைவதாலும் பெரும் சிக்கல் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், சில செயற்கை இழைகள் மிக உயர் மின் தடையைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் நிலை மின்னேற்றக் குவிதல் சிக்கலை உருவாக்குவதால், நிலை மின்னேற்றத் தடுப்புப் பொருள்களைக் கலக்க வேண்டிய தேவை எழுகிறது.

இழையின் நீளவாக்கில் நோக்குகையில் அமைப்பின் தொடர்ச்சி இன்றியமையாததாகும். மேலும், ரப்பரைப் போலன்றி ஓரளவுக்கு மட்டும் நீள்விரிவுடையதாக (extensible) இருத்தல் தேவை. இழையின் அடக்கப் பொருள்களான பல்லுறுப்பிகள் ஒழுங்காக அடுக்கப்பட்டி ருந்தால் இத்தேவைகள் நிரப்பப்படும். மாற்றிக் கூறிடின், இழைகளின் படிகத்தன்மையைப் பொறுத்தே அவற்றின் வலிவு அமையும். இழைகளின் படிக அமைப்புகளையும், படிக

உருவற்ற உட்கூறுகளையும் (amorphous) படித்தறிவதற்கு ஒளிவகை மற்றும் எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில், இரு நிறம் காட்டும் பண்பு (dichroism) (birefringence), x-கதிர் விளிம்பு விளைவு, அணுக்கருக்காந்த உடனிசைவு (NMR) ஆகிய உத்திகள் பயன்படுகின்றன. இழைகளில் தோன்றக்கூடிய பல்வேறு உருமாற்றங்கள் அட்டவணை 1இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை -1

மீட்கவல்ல உருமாற்றம்	மீட்க இயலாத நிலைத்த நெகிழ்வு
ஆற்றலை அடிப்படையாகக் கொண்டது	படிகமாதல்
குறுகிய வரம்பு	மறுபடிகமாதல்
படிக உள்ளமைப்பு	படிகக் குறைபாடுகள் நகருதல்
கண்ணாடி - பல்லுறுப்பி	மூலக்கூறு அளவில்
குறுக்குப் பிணைப்புக் கொண்ட வலையமைவு	பல்லுறுப்பிச் சங்கிலி நகருதல்
நீள்வரம்பு	சங்கிலி தவறுதல்
படிக நிலைமை மாற்றம்	சங்கிலி அறுதல்
இயல்பாற்றலைச் சார்ந்தது (entropy)	குறுக்குப் பிணைப்பு உடைதல்
நீள்வரம்பு ரப்பர் மீட்சிமை	குறுக்குப் பிணைப்பு உருவாதல்

எந்திர வகைத் தன்மைகளுக்கும் வெப்பவியல் தன்மைகளுக்கும் உள்ள இடையீடு நைலானின் பண்புகளில் வெளிப்படுகிறது. நைலான்-66 என்னும் இழையில் பகுதிப் படிக நிலையிலும் பகுதிப் படிகமற்ற நிலையிலும் அமைந்துள்ளன. அறை வெப்பநிலையில் $-CH_2-CH_2-$ பிணைப்புகள் வளையக்கூடியன. ஆனால், -CO-NHதொகுதிகள் ஒன்றோடொன்று (ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால்) இணைகின்றன. ஏறக்குறைய 50°C வெப்பநிலைக்குச் சூடுபடுத்தப்படும்போது இப்பிணைப்புகள் உடைகின்றன. இதனால் 50°C இல் ஒரு தற்காலிக இறுக்கம் (setting) நிகழ்கிறது. மீண்டும் குளிர்விக்கையில் பிணைப்புகள் புது இருக்கைகளில் தோன்றுகின்றன. நிலைத்த வெப்ப வழி இறுகுதல் உயர் வெப்பநிலைகளில் நிகழ்கிறது. நைலானின் உருகுநிலைக்குச் (250°C) சற்றே குறைவான வெப்பநிலை வரம்பில் சிறு, குறைபாடுடைய படிகங்கள் உருகி, மீண்டும் படிகமாவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

ஓர் இழையின் வடிவமைப்பு நிலைத்தன்மைக்கும் நிலையற்ற தன்மைக்கும் இடைப்பட்ட சிற்றுறுதி நிலை (metastable state) ஆகும். இழையைத் தகைவுக்குட் படுத்தும்போதும், சூடுபடுத்தும்போதும் அது பல சிற்றுறுதி நிலைகளுக்கிடையே ஊசலாடுகிறது. இங்குக் குறிப்பிடப்படத்தக்க கூறு: சிற்றுறுதி நிலைகள் இழைப் பல்லுறுப்பியில் அடிப்படை அமைப்புடன் நின்றுவிடுகின்றன; இழையின் சங்கிலி மூலக்கூறு முழுமைக்கும் பரவுவதில்லை.

பேரளவில் (macroscopic level) நிகழும் தகைவு-திரிபு விளைவு போன்றன மூலக்கூறு அமைப்புடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளமையே இழைகளின் இயற்பியலில் கவனத்தை ஈர்க்கும் உண்மையாகும். கம்பளி இழைகளில் 75 Å விட்டம் கொண்ட நுண்ணிழைகள் ஒரு படிகத் தன்மையிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற இயலும். இதன் விளைவாக இழையின் நீளத்தை இரு மடங்காக இழுக்கலாம். கம்பளியில் இவ்விழைகள் ரப்பர் போன்றதொரு தளத்தில் அமைந்துள்ளன. நீட்சியில் கம்பளியின் நடத்தை பற்றிய எந்த ஆய்வும் பல ஆய்வக உத்திகளையும், அறிமுறை வருவித்தல்களையும் உள்ளடக்கியது என்பது இதன் கிளைத் தேற்றமாகும்.

இழைக் கூட்டமைப்புகள் (fibre assemblies)**.** இழைக் கொத்துகளான நூல், துணி போன்றவற்றின் தன்மைகளும் சிக்கல்களும் தொன்மையானவை. பொதுமைய உருளைகளின்மீது திருகு-சுருள்களாக அமைந்துள்ள இழைக் கற்றைகளை நூல் எனலாம். நல்ல பிணைவு ஏற்படுவதற்கு முறுக்கல் (twist) முதன்மைத் தேவையாகும். நடைமுறை நெசவில் நூல்கள் மாறுபட்ட ஆரங்களைக் கொண்ட திருகு சுருள்களைக் (helices) கொண்டுள்ளன. இழைகளின் பாதைகளை அறிவதற்குச் சில வண்ண இழைகளைக் கலந்து இந்நூலை அவ்விழைகளின் விலகல் எண்ணைக் கொண்ட நீர்மத்தில் அமிழ்த்த வேண்டும். துணிகளில் பாவு நூல்களும் ஊடு நூல்களும் செல்லும் பாதைகளை அறிவதுடன், இழு வலிவினால் எவ்வாறு திரிபு அடைகின்றன என்றும் அறிய வேண்டும்.

நெசவுச் செயல்முறைகள். நெய்யப்படும் நூலின் இழுவலிவை அளப்பதுடன், கட்டுப்பாட்டுக்குள் வைத்திருத்தல், உருளைகளின் மையப் பிறழ்ச்சி (eccentricity) நூல்களை மேலும் கீழும் நொடிக்குப் பல

முறை அலைவுறச் செய்யும் தறியின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் தோன்றும் விசைகள், உலர்த்துதல் செயல் முறையின் திறப்பாடு, கஞ்சி மற்றும் பிற சேர்க்கைப் பொருள்களை ஏற்றுக் கொள்ளும் விதம், பொதுவாக எந்திரங்களின் விரைவு, திறன் ஆகியவற்றை நன்கு அறிய வேண்டும்.

எந்திரத்தில் தேவையான திருத்தங்களைச் செய்வதற்கு முன்பாக நூல், துணி ஆகியவற்றின் தன்மைகளை அறுதியிட வேண்டும். இதனை ஊடு நூல் செலுத்துதலைக் கொண்டு விளக்கலாம். பாவு நூல்களுக்கிடையே ஊடு நூல்களைச் செலுத்தும் நோக்கத்துடன் கைத்தறியில் நூல் கண்டுத் தட்டையில் (bobbin) சுற்றப்பட்டு முன்னும் பின்னுமாக நகர்த்தப்படுகிறது. கைத்தறியிலிருந்து விசைத்தறிக்கு மாறும்போது நூல்கண்டு ஒரு மர ஓடம் அல்லது நாடாவில் (shuttle) வைக்கப்பட்டது. நாடாக்களைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கிய பின் இந்நாடாக்களைச் செலுத்துவதற்குப் பெரிய அளவில் மின்னாற்றல் தேவைப்பட்டமை தெரியவந்தது. இதனால் நாடாக்களின் மீது வைக்கப்படும் கண்டுகளின் அளவு ஓர் எல்லைக்குள்ளானது. நூலைப் பெரிய சிட்டத்தில் தறிக்கு அருகே வைத்து, தேவையான நீளத்திற்கு மட்டும் நூலை அவ்வப்போது தறியில் செலுத்துதல் நலம் எனக் கருதப்பட்டது. இதனால் சிட்டம் முழுமையும் நாடாவுடன் தறியில் ஏறிய வேண்டியதில்லை. இதனைச் செயல்படுத்துவதற்கு நூலைப் பிடித்துவைக்கும் உலோகக் கிடுக்கி (gripper) ஒன்று பயன்படுத்தப்பட்டது. மாற்றாக, நீர் அல்லது காற்று விரைவு ஓட்டத்தில் நூலை இட்டுச் செலுத்தலாம். இறுதியில் ஜெ. ஜெ. வின்செண்ட் என்பார் நூலை அதன் உந்தத்தினாலேயே தறியில் செலுத்தும் முறையைக் கண்டறிந்தார். விரைந்து செல்லும் நூல் பந்தாகச் சுற்றிக் கொள்ளாமல் தடுப்பதற்கு நூலைச் செலுத்தும் விரைவைக் கட்டுக்குள் வைத்திருத்தல் தேவை.

பருத்தி இழைகளிலிருந்து நூலைத் தயாரித்தல் நெசவியலில் இயற்பியலுக்குள்ள பயன்களை நன்கு விளக்குகிறது. இழைக் கற்றையைக் கொத்தாக்குதல், வலையைத் திரியாக்குதல், திரியை நூலாக்குதல், நூலை முறுக்கி வலிவேற்றுதல் (வளைய நூற்பு) என ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் இயக்கவியல் (mechanics) அடிப்படைகள் பற்றிய அறிவு தேவைப்படுகிறது. மரபு வழி முறுக்கேற்றுதலில் நூல் கண்டுகளை முழுமையாகச் சுற்ற வேண்டியிருந்தது. தற்போது உருளை நூற்பு போன்ற புது நூற்பு முறைகளில் பெரிய கண்டுகளைச் சுற்ற வேண்டிய தேவை இல்லை.

பொதுவாக, சிற்றிழைகளாலான நூலாயினும், நீளிழை நூலாயினும் தறியிலிடப்படும்போது ஒரு வகைச் சமநிலையிலுள்ளது. தறியின் இயக்கத்தை நிறுத்தியவுடன் நூலின்மீது எஞ்சி நிற்கும் விசைகள் மாற்றமடைந்து, நூலின் பரப்பில் ஒரு குறைபாட்டைத் தோற்றுவிக்கும். சாயமிடும்போது இக்குறைபாடு பெரிய அளவில் வெளிப்படுகிறது. நெசவுக்குப் பொருந்துவது போல் பின்னலுக்கும் (knitting) இயற்பியல் கொள்கைகள் பயன்பட்டுள்ளன.

வெப்ப அமைவு (heat setting) எனும் முறை துணி வழவழப்பாகவும், மடிப்பு, சுருக்கம் ஆகியன இன்றியும் செய்வதற்குத் தேவைப்படும் மடிப்புகளைப் புகுத்துவதற்கும் பயன்படுகிறது. நூல்களிலும் இம்முறையின் வாயிலாகப் பருமன், நீட்சி, யாப்பு ஆகியன நிலைப்படுத்தப்படுகின்றன. வெப்பப் பரிமாற்றம், வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு ஆகியன துல்லியமாக இருத்தல் இங்குக் கட்டாயத் தேவையாகும். நூலின் பருமனை உயர்த்தும் முறைகளுள் ஒன்று குறிப்பிடத்தக்கது. நூலை முறுக்கி, வெப்ப அமைவுக்குட்படுத்தி, மீண்டும் முறுக்கை அகற்ற வேண்டும். இந்நிகழ்ச்சியை அறிமுறை இயற்பியல் அடிப்படையில் விளக்க முற்படுகையில் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பற்ற 6 மாறுபடு தன்மைகள் உள்ளமையைக் காணலாம். இச்சிக்கலுக்குக் கணிப்பொறி முறைகளைக் கொண்டு தீர்வு காண முயல்கின்றனர்.

நூல் தயாரிப்பு ஒரே தொடர்ச்சி முறையில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. நூற்புக் கதிர் சுழலும் விரைவு கடந்த பத்தாண்டுகளில் நிமிடத்திற்கு ஏறக்குறைய 50,000 சுழற்சிகள் என்னும் நிலையிலிருந்து நிமிடத்திற்கு 500,000 சுழற்சிகள் என்றாகியுள்ளது.

துணிகளைப் பயன்படுத்துவதில் இயற்பியல் கொள்கைகளின் தாக்கம். பயன்படுத்துவதால் துணியின் பரிமாணங்களும், இழுவலிவும், பளபளப்பும் பாதிக்கப்படும் விதத்தை இயற்பியலின் அடிப்படைக் கொள்கைகளைக் கொண்டு அறிதல் எளிதன்று. துணியின் தன்மை மாறுபாடுகள் பலவகைக் காரணிகளால் நிகழ்கின்றன. எனவே துணியின் வகை, எவ்வகை உடையாகத் தைக்கப்பட்டுள்ளது, பயன்படுத்துவோரின் கையாளுமை, எவ்வகைச் சூழ்வெளியில் பயன்படுகிறது எனப் பல காரணிகள் துணியின் இயற்பியலைப் பாதிக்கின்றன.

உடையமைவு (drape) எனும் துவளும் தன்மையில் உடையின் அளவும் கவர்ச்சியும் அடங்கியுள்ளன. இவற்றைப் பல்வேறு தொலைவுகளிலிருந்து ஒருவர் துணியை நோக்குவதாலும், பல்வேறு அளவுகளில் துணியை ஆய்வுக்குட்படுத்துவதாலும் அறியலாம். இத்துணைய லகுகள் துணிக்குத் துணி வேறுபடும். மெய்யான (objective)

ஆய்வு ஒன்றின்படி துணியை வட்ட வடிவில் கத்தரித்து, வட்டவடிவமான பலகையின்மீது இருத்தி, உடையமைவுக் குணகம் அல்லது துவள் குணகம் (drape coefficient) எனும் துணையலகை உருவாக்கலாம். இதன் அடிப்படையில் இரட்டை வளைவுகளை உள்ளடக்கிய மூன்று பரிமாண உடையமைவில் ஒரு தளத்தில் வளைதலும், துணியின் துணிப்பும் (shear) நிகழ்கின்றன எனத் தெரியவந்தது.

நெசவுத் தொழிலில் இயற்பியலின் பயன்கள் பல வகைப்பட்டவை. இவற்றுள் படிகமாக்கல், பல்லுறுப்பிச் சங்கிலிகளின் ஒருங்கிணைந்த இயக்கம், திண்மங்களின் வெப்பவியக்கவியல், பல சிற்றுறுதிச் சமநிலைகளைக் கொண்ட அமைப்புகளின் நடத்தை, பாய்மவியல், மீள்பாகுப்பண்பு (visco-elasticity) என இயற்பியலின் பல்வேறு பிரிவுகளும் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன.

– மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணி இழுவை ஆய்வுகள்

இந்த ஆய்வுகளைத் துணித் தயாரிப்பின் இழை, நூல், துணி ஆகிய மூன்று கட்டங்களில் நிகழ்த்த வேண்டும்.

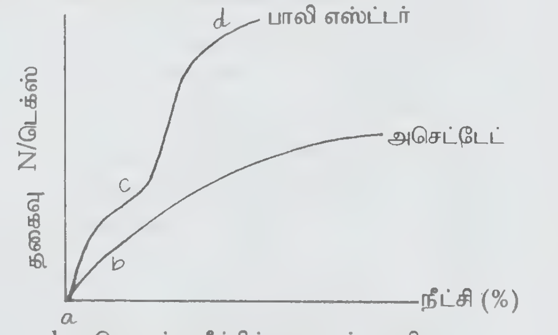
இழைகளின்மீது இழுவை ஆய்வு. தனி இழைகளின்மீது நிகழ்த்தப்படும் இழுவை ஆய்வுகளைச் செவ்வனே துல்லியமாக நிகழ்த்த வேண்டும். ஏனெனில், இந்த ஆய்வு முடிவுகளின் அடிப்படையில் துணித் தயாரிப்புப் பற்றிய பல தீர்மானங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. துணிகளையும், நூல்களையும் ஆய்வு செய்வதற்குச் சாய்வு தளம், ஊசல் முதலிய பல முறைகள் வழக்கிலுள்ளன என்றாலும் தனி இழையை ஆய்வு செய்வதற்கு உத்திகள் குறைவே. ஒற்றை இழையை இழுப்பதற்குத் தேவைப்படும் மிகக் குறைவான பளுவை அளந்தறிவதற்கு மிக உயர்ந்த உணர்வு நுட்பம் (sensitivity) தேவைப்படுவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

பெரும்பான்மையான நெசவு இழைகள் 2-60 கி.எடை வரம்பில் அறுந்துவிடுகின்றன. ஆடை முதல் கார்ச் சக்கரம் வரை பல்வேறு துறைகளிலும் பயனாகும் இழைகள் இவ்வரம்புக்குள் அடங்குகின்றன. 0.05 கி. அளவுக்குப் பளுவில் மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், அதனைத் துல்லியமாகக் கண்டறிவதற்கு இயல வேண்டும். மிக நுணுக்கமான பளு அளக்கும் அமைப்புகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. பல்துறைப் பயன், செப்பனிடும் சேவை, சூழ்நிலை இயல்புக்கு ஈடு கொடுத்தல், நல்ல பதிவு செய்யும் கருவிகள், எந்திர மற்றும் மின்வகை நிலைத்தன்மை எனப் பல காரணிகளைக் கொண்ட இன்ஸ்ட்ரான் இழுப்பு ஆய்வுக் கருவி பயன்படுகிறது. நீட்சி விரைவு (extension rate) நிமிடத்திற்கு 100% (அதாவது இரு மடங்கு) என்னும் பெருமநிலைக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. இப்பெரும நிலை பதிவுக் கருவியின் ஏற்பு விரைவினால் (speed of response) அறுதியிடப்படுகிறது. பொதுவாக, கடினமான இழைகளுக்கே இவ்விதி பொருந்தும்; நீட்சி நெகிழி வகை (elastometic) இழைகளை நிமிடத்திற்கு 500 - 1000% வரை நீட்டலாம். இவ்வகை இழைகளுக்கு இச்சூழ்நிலையிலும் பதிவுக் கருவியின் ஏற்பு நேரம் மீறப்படுவதில்லை.

பருத்தி போன்ற வெட்டிழைகளின் வலிவையும், விகுவுத் தன்மையையும் அளப்பதற்கு தனியோர் இழையைக் கையாள்வதும், குறிப்பிடத்தக்க சராசரி எண் மதிப்பைக் கண்டறிவதற்கு நிறைந்த எண்ணிக்கையில் ஒரே ஆய்வை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்த்துவதும் கடினமாகையால் நடைமுறையில் நீண்ட நேரம் எடுத்துக் கொள்ளும் ஆய்வுகளில் இதுவும் ஒன்றாகும். இதற்கு மாற்றாக இணையாக அடுக்கப்பட்ட இழைக் கட்டுகள் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படுகின்றன. பிரெஸ்லே, ஸ்டெலா அளவி, கிளெம்சன் ஆய்வுகள் ஆகியன பொதுவாகவும், பெஸ்லே ஆய்வு பெருவாரியாகவும் நடத்தப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வுகளின் வாயிலாக அறியப்படும் வலிமை தனி இழைகளைக் கொண்டு அளந்தறியப்படும் வலிவைவிடக் குறைவாக இருப்பினும், குறுகிய நேரத்தில், குறைந்த செலவில் நடத்தப்படுவதால் இவை புகழ் பெற்றுள்ளன.

ஒற்றை இழை ஆய்வில் இழையைத் தொங்கவிடுவதற்காகப் பயன்படுத்தும் பிடிப்பி அமைப்பு (clamping system) ஆய்வு முடிவைக் கணிசமாகப் பாதிப்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. உயர் வலிமை இழைகளை வலிக்குறைந்த பிடிப்பிகளிலிருந்து தொங்கவிட்டால், பிடிப்பிக்கு அருகிலுள்ள இழைப் பகுதியில் திரிபு மாற்றம் தோன்றுகிறது.

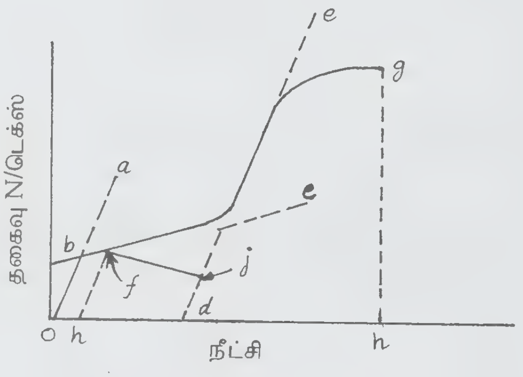
தகைவு-திரிபு வரைபடம். இழுப்பதால் தனி இழை அறுபடுதல் மட்டுமன்றி வேறு சில காரணங்களாலும் இழைகள் புறக்கணிக்கப்படுகின்றன. பருத்தியுடன் இனக்கலப்புச் செய்ய வேண்டிய இழையில் 10% நீட்சியில் தோன்றும் தகைவே இழைக் கலப்புத் திறனைப் பெரிய அளவில் பாதிக்கவல்லது.



a - b = தொடக்க நீட்சிக் குணகப் பகுதி
b - c = கணிசமான உருக்குலைவு நிகழும் பகுதி
c - d = வலுவூக்கம் நிகழும் பகுதி

படம் 1

இழைகளின் பொதுவான தகைவு-திரிபு படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. குறை திரிபுப் பகுதிகளில் (அதாவது, தொடக்க மீட்சிக் குறைப் பகுதிகளில்) இழை நீட்டுதலைக் கடுமையாக எதிர்க்கிறது. மூலக்கூற்றுச் சங்கிலிகளுக் கிடையேயான குறுக்கீடுகளும், சங்கிலிகளுக் கிடையே நிலவும் துணைநிலைப் பிணைப்புகளுமே இந்நிகழ்வுக்குக் காரணமாகின்றன. இதன் விளைவாகச் சங்கிலிகளோ, அவற்றின் பிரிவுகளோ, தகைவுக்குள்ளாகும்போது அண்டைச் சங்கிலிகளுடன் தொடர்பின்றி இயங்க முடிவதில்லை. வரைபடத்தின் இப்பகுதியில் இழையின் பல்லுறுப்பிச் சங்கிலிகள் ஒன்றைவிட்டு மற்றொன்று அகலுவதில்லை. இழையின் நுண்ணமைப்பில் தென்படும் வெற்றிடங்களுக்குச் சங்கிலிப் பகுதிகள் சென்று நிரம்புவதே இங்கு நிகழும் திரிபுக்குக் காரணமாகும். இப்பகுதியில் இழையின் நடத்தை அதிலிருந்து பெறப்படும் துணியின் வழவழப்பு, துவளுமை போன்ற பல தன்மைகளுக்குத் தொடர்புடையது. நீர், உயர் வெப்பநிலை ஆகிய சூழ்நிலைகளில் நிகழ்த்தப்படும் இழுவை ஆய்வு முடிவுகள் இவ்விழைகளினால் உருவாக்கப்படும் துணியில் நனைத்து உலர்த்தி-உடுக்கவல்ல (wash and wear) பயன்களைக் கண்டறிய உதவுகின்றன.



தகைவு-திரிபு துணையலகுகள்

f = இளகுநிலை தகைவு, திரிபு

Oh = நிலையான நீட்சி

சரிவு Oa = தொடக்க நிலை யங் குணகம்

சரிவு b - c = இளகு நிலைக்கு அப்பால் யங் குணகம்

சரிவு d - c = வலுவூக்கு குணகம்

சரிவு f - j = வலுவுக்கு குணகப் பெயர்ச்சி

பரப்பு ogk = அனுப்புதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல்

படம் 2

சற்றே உயர் தகைவு நிலைகளில் தனித்தனி மூலக்கூறுகளோ மூலக்கூற்றுப் பகுதிகளோ (மூலக்கூறிடை ஈர்ப்பு விசை தகைவுத் தாக்கத்தினால் வெற்றி கொள்ளப்பட்டுவிடுவதால்) நன்கு நகருகின்றன. இப்பகுதியில் சிறிதளவு தகைவு பெரிய அளவுக்கு வடிவுக்குலைவைத் தோற்றுவிக்கிறது. மாறாக, அலகு திரிபை உருவாக்கும் தகைவின் அளவு சரியத் தொடங்குகிறது. இந்நடத்தையைக் குறிக்கும் துணை அலகுகள் இளகு நிலைப் புள்ளிக் குணகம் (yield point modulus) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. அசெட்டேட் போன்ற சில இழைகளில் இந்நிலை அறுகும்வரை தொடர்கிறது. பாலிஎஸ்ட்டர் போன்றவற்றில் உயர் நீட்சிகளில் தகைவு மாற்றம் குறைகிறது. பொதுவாக, படிக உருவுள்ள பகுதிகளைவிடப் படிக உருவற்ற பகுதிகள் எளிதில் திரிபுறுகின்றன. இந்த ஆய்வில் கண்டறியப்படும் பல குணகங்கள் படம் 2இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. தகைவு - திரிபு சார்பு துணையலகுகளுக்கும் துணியின் செயலாக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு, அட்டவணை 1இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1
(படம் 2க்குத் தொடர்புடையது)

இழையின் (அடைப்புக் குறியினுள் குறிப்பிடப்படும் துணையலகுகள் படம் 2இல் உள்ளன)	துணியின் தன்மை
தொடக்க மீட்சிக் குணகம் (α வரை)	துவளுமை, வழவழப்பு, நனைத்து உலர்த்தி உடுத்தல் பயன் தொடர்பானதன்மைகள்
இளகுநிலை (f என்னும் புள்ளி)	சுருக்கம், வடிவ நிலைப்பு, மீட்சி நடத்தை
இளகுநிலை தாண்டிய குணகம் (சரிவு b - c)	இழைக் கலப்பு வகைத் துணிகளில் வலிவூக்கத்திறன்; நெசவு அமைப்புகளின் பெரிய அளவு வடிவ மாற்றம்
(d-e) வலிவூக்கக் குணகம் (f-j) நீட்சி விழுக்காடு	
நீள்வகை அறும் தன்மைகள் (g)	இழை நெகிழ்வுத்தன்மை, துணி வலிமை
அறும்போது ஆற்றல் (ogk பரப்பு)	துணியின்தாக்கு வலிமை, உழைப்பு, பிசிறாகாமை

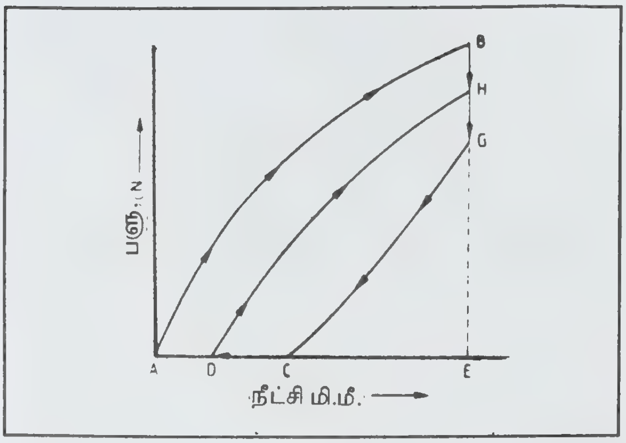
இவ்வாய்வில் அளவு நீளம் (gauge length), அளக்கும் கருவியின் தாடைகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு ஆகியன இடம் பெறும். பொதுவாக இது 10 - 20 மி.மீ. ஆக இருக்கும்.

அறுக்கும் வலிமை (breaking load). இது இழுவை ஆய்வில் ஒரு மாதிரி இழைமீது சுமத்தப்படும் பெரும் பளு. இதற்கு மேற்பட்ட பளுவில் இழை அறுந்துவிடும். இவ்விசையை மில்லி நியூட்டன் அல்லது சென்டி நியூட்டன் அலகில் குறிப்பிடுவர்.

விகுவுத்தன்மை (tenacity). இது திரிபுக்குட் படுத்தப்படாத மாதிரியின் மீது அலகு நேர்திசை அடர்த்திக்கு ஏற்றப்படும் பளுவின் (விசையின்) அளவு. இது மில்லி நியூட்டன்/டெக்ஸ் என்னும் அலகில் குறிப்பிடப்படுகிறது. இழை அறும்போது சுமத்தப்படும் பளு, வெட்டும் விகுவுத்தன்மை (breaking tenacity) எனப்படும்.

நீட்சி (elongation). இது தொடக்க நீளத்தில் கூடுதல் நீளத்தின் பின்னம் அல்லது விழுக்காடு. இழுவை நிகழ்ச்சியால் இழை வெட்டப்படும்போது நீட்சியின் அளவு வெட்டும் நீட்சி (elongation at break) எனப்படும். தற்போது கணிப்பொறி பொருத்தப்பட்ட இழுவைக் கருவிகள் ஏறத்தாழ 50 துணையலகுகளை ஒரே நேரத்தில் அளந்தறிகின்றன. விஸ்கோஸ் போன்ற இழைகளுக்கு ஈரநிலையில் இழுவை ஆய்வுகள் செய்வதற்கும் தக்க கருவிகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இழையை முன்பே தீர்மானிக்கப்பட்ட நீட்சிவரை குறிப்பிட்ட நீட்சி விரைவில் நீட்டி, அதே நீளத்தில் குறிப்பிட்ட நேரம் வரை இருத்தி, பின்பு நீட்சி விரைவிலேயே தளர்த்தி, இந்த ஒரு சுற்றில் இழையின் ஆற்றல் மாற்றத்தைக் கணக்கிடுதல் ஆய்வின் மைய நோக்கமாகும் (படம் 3).

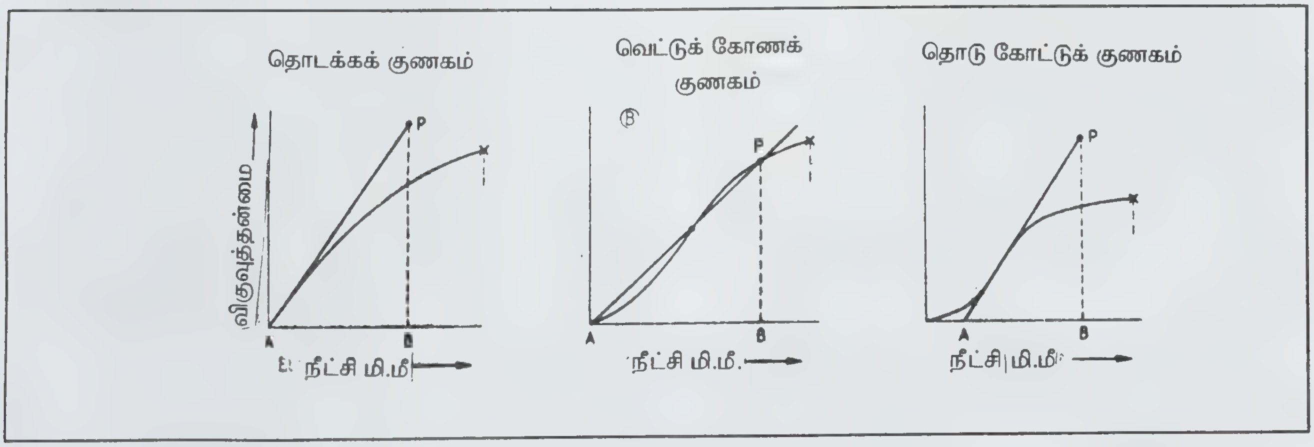


படம் 3

அலகு நீட்சிக்குத் தேவைப்படும் இழுவலிவு மீட்சிக் குணகம் எனப்படும். தகைவு-திரிபு வரைபடத்தின் வடிவமைப்பைப் பொறுத்து இக்குணகத்தின் தன்மை அமையும் (படம் 4).

இரண்டு இழைகள் அல்லது நூல்களால் வளையத்தைச் சங்கிலிக் கண்ணிகளைப்போல் உருவாக்கி, இதனை இழுவை ஆய்வமைப்பில் புகுத்திச் சீரான நீட்சி விகிதத்தில் வளையம் அறும் விகுவுந்தன்மையை கணக்கிடல் வேண்டும்.

ஆய்வில் முதன்மையான காரணி ஆய்வு நடத்தப்படும் கால அளவும், ஆய்வின் நேர அளவையும் (time scale) ஆகும். சில இழைகளின் ஆய்வுகளுக்குப் பல நிமிடங்களும், சில இழைகளின் ஆய்வுகளுக்குச் சில நொடிகளும் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. சாதாரணமாக 2.5 செ.மீ./நிமிடம் என்னும் விரைவில் ஆய்வு நிகழ்த்தப் படுகிறது. ஆனால் அலைவுத் தாக்கு (ballistic impact) 300 மீ/நொடி என்னும் விரைவில் நடத்தப்படுகிறது. நெய்தலின் போது நாடாவின்



படம் 4

(shuttle) வேகம் 10-15 மீ/நொடியும், நூல் சுற்றுதல் 20மீ./நொடியும் ஆகும். இழையின் அளவு நீளம், அதாவது, இழுக்கப்படும் இழை நீளம் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டும். 2.5 செ.மீ. நீளமுள்ள இழைமீது 1.5 மீ/நொடி என்னும் விரைவு ஏற்றப்படும்போது திரிபு விகிதம் 360,000% / நிமிடம் என்னும் அளவை எட்டுகிறது. அளவு நீளம் 1.25 செ.மீ. என்றால், திரிபு வீதம் (அதே திசைவேகத்திற்கு) இரு மடங்காகிறது. சில வழிமுறைகளில் இழை நீளம் மிகச் சிறிதாக இருக்கக்கூடுமாதலால், திரிபு வீதம் நிமிடத்திற்கு 10^6 வரை எட்டக்கூடும். மிகப்பரந்த வரம்பில் (10^4 - 10^6% / நிமிடம்) திரிபு வீதத்தைக் கையாளவல்ல ஆய்வக அமைப்புகள் தற்போது நடைமுறையிலுள்ளன.

இழைமீது தகைவு ஏற்றி, மீண்டும் இறக்கியவுடன் இழை தொடக்கத்திலிருந்த நீளத்திற்கே சுருங்க வேண்டும். இவ்வாறன்றி கூடுதல் நீளத்தில் ஒரு பகுதி நிலைத்துவிடின் அதற்கு நிலைத்த இறுக்கம்(permanent set) என்று பெயர். மீண்டும் மீண்டும் இழுவிசையும், தளர்வும் நிகழ்ந்தால், ஒவ்வொரு சுழற்சிக்குப் பின்பும் இழையின் நீளம் சற்றே கூடுதலாகும். இதற்குத் துணைநிலைத் தொய்வு (secondary creep) எனப் பெயர். மற்றக் காரணிகள் சமமாக இருக்கையில், இவ்வகைத் தொய்வுள்ள இழை அல்லது துணி இத்தொய்வில்லாத துணியைவிடத் தரம் குறைந்ததாக இருக்கும். இத்தன்மையை மட்டுமே கருத்தில் கொண்டு இழையை மொத்தமாக எடைபோட முடியாது. தொய்வற்ற கண்ணாடி இழையைவிடத் தொய்வுறும் விஸ்கோஸ் ரேயான் இழை நெசவியலில் பயன்மிக்கது. மீண்டும் மீண்டும் தகைவுக்குட்படுத்தப்படுகையில் ஒரு துணியின் செயல்திறன் மீட்சி, செயல்பாட்டுக் குணகம் (elastic performance coefficient-EPC) என்னும் துணையலகால் அளவிடப் படுகிறது. தகைவு ஏற்றம் அளிக்கப்படும்போது ஆற்றலை உட்கொண்டும், தகைவை நீக்கியவுடன் ஆற்றலை வெளிவிட்டும் உடையாமலும், நொறுங்காமலும், வெட்டுறாமலும் இருத்தல் இழைகளில் எதிர்பார்க்கப்படும் தன்மையாகும். பலமுறை நீட்டி, விடுத்த பின்பும் ஓர் இழை தொடக்கத்திலிருந்த மீட்சிப் பண்பையே கொண்டிருந்தால், அதன் EPC 1 ஆகும். முழுமையாகப் பாய்ம நிலை கொண்ட பொருளின் EPC = 0 ஆகும். இழையின் மொத்த உருமாற் றத்தில் எளிதில் நிகழும் மீட்சி உருமாற்றம் (elastic deflection) கணிசமான பின்னமாக இருப்பின், அவ்விழை சிறந்த இழையாகும்.

இழுவிசையைத் தவிரப் பிறவகை விசைகளையும் துணிகள் தாங்க வேண்டியிருக்கும். எளிய இழுவிசை, அமுக்கம், கத்தரி, முறுக்குதல், வளைத்தல் என ஐவகை மீட்சி உருமாற்றங்கள் உள்ளன.

நன்கு பயன்பட வேண்டுமாயின், இழைகள் நெகிழ்வுற வேண்டும். சரியான உருளை வடிவிலுள்ள இழையின் விறைப்புத்தன்மை அதன் நேர் திசை அடர்த்தியின் (டெக்சின்) வர்க்கத்திற்கு நேர்விகிதத்திலுள்ளது. ஆனால் டெக்ஸ் இழையின் குறுக்களவின் வர்க்கத்திற்கு நேர்விகிதத் திலுள்ளது. எனவே, இழையின் விறைப்புத் தன்மை அதன் குறுக்கு விட்டத்தின் நான்காம் படிக்கு (fourth power) நேர்விகிதமாகும். இழையின் குறுக்குத் தோற்றமும் இச்சார்பினைப் பாதிக்கக்கூடும்.

உயர் மீட்சிக் குணகம் கொண்ட, எளிதில் நொறுங்கவல்ல இழைகளுக்கு மட்டுமே கத்தரி விசை பெரும் பாதிப்பைத் தோற்றுவிக்கிறது. உருமாற்றம் எளிதில் அடைய முடியாத நிலையில், ஒரு சில பகுதிகளில் மட்டும் தகைவுச் செறிவு மிகவும் உயர்ந்து, விரைவில் தோல்வியில் (failure) முடிகிறது. இதன் காரணமாகவே கண்ணாடி இழைகள் நெசவுத் துறையில் பயனாவதில்லை. கத்தரிப்புக் குணகத்தையும், முறுக்கேற்றத்தை எதிர்க்கும் விறைப்பையும் அறிவதற்கு முறுக்கேறிய ஊசல் (torsion pendulum) என்னும் கருவி பயன்படுகிறது. முறுக்கேற்றத்தின்போது ஒரு தனி இழையின் செயல்பாட்டை அறிவதற்கு, அந்த இழைக்கு முறுக்கேற்றி அறுப்பதற்கு ஓர் அமைப்பும், அதே நேரத்தில் மாதிரி இழையில் வளரும் திருக்கதை (torque) அளவிட ஓர் அமைப்பும் கொண்ட கருவி தேவை. இதற்கென ஒப்பீட்டு முறுக்கு அளவி (comparator torsion meter), ஒற்றை இழைத் திருக்க அளவி (single fibre torque meter) ஆகியன பயன்படுகின்றன. முதலாம் கருவியில் ஒற்றை இழை மாதிரியில் உருவாகி வளரும் திருகலை, மாற்றுத் திசையில் முறுக்கப்பட்ட, முன்பே அளவீடு செய்யப்பட்ட அடிப்படைக் கம்பி ஈடுசெய்கிறது. இவ்வாறு சமன் செய்யும் திருகல்விசை, மாதிரி இழையிலுள்ள முறுக்கு விசைக்குத் தொடர்புடைய தாகையால், ஒரு திருகல்-முறுக்கு வரைபடம் வரையப் படுகிறது. இக்கருவி துல்லியமான அளவைக் காட்டா தெனினும், மிக நுண்ணிய இழைகளுக்கு அதன் உணர்வு நுட்பம் குறைகிறது. இதனைப் போக்க ஒற்றை இழை திருக்க அளவி (single fibre torsion meter) பயனாகிறது. அளவை நுட்பத்திறன்மிக்க மின்னோட்ட அளவுக் கருவியிலிருந்து இழை தொங்கவிடப்பட்டு முறுக்கேற்றப்படுகிறது. இது மின்னோட்டத்தினால் சமன் செய்யப்படுகிறது. இதற்குத் தேவைப்படும் மின்னோட்டத்தைத் திருகுவிசையுடன் சார்பலனாக்கி, ஒரு பதிவு கருவியில் திருகல்-முறுக்கு வரைபடமாகக் காணலாம்.

இழை உராய்வை அளப்பதற்கு நாடா-உராய்வு வாய்பாடு (belt friction formula) பயன்படுகிறது.

$$\frac{t_1}{t_2} = e^{\mu\theta}$$

நூல் அல்லது இழையாலான ஒரு நாடா ஓர் உருளைப் பரப்பின்மீது உராய்ந்து செல்கிறது. நாடாவின் முனைகளில் தோன்றும் இழுவிசைகள் t_1 மற்றும் t_2; தொடுகைக் கோணம் = θ ; உராய்வுக் குணகம் = μ.

ஒன்றோடொன்று பிணைக்கப்பட்ட இரண்டு இழைகளைப் பிரிப்பதற்குத் தேவைப்படும் விசையிலிருந்தும் உராய்வுக் குணகத்தை அளந்தறியலாம். உராய்வு விசையைப் பாதிக்கும் காரணிகளுள் புறப்பரப்பு உயவு, நேர்திசை அடர்த்தி, இழைநீளம், அலைவு ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

இழைகளின் எந்திரப் பண்புகள் ஈரத்தினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக் போன்ற நீரை விலக்கும் இழைகளைப் பொறுத்தவரை உலர் நிலையிலும், ஈர நிலையிலும் ஆய்வு செய்யப்பட்டு வரையப்பட்ட தகைவு-திரிபு வரைபடங்களுக்கிடையே பெரும் வேறுபாடுகள் இல்லை. நீரை ஈர்க்கும் புரத இழைகள் மற்றும் ரேயான்கள் உலர்நிலையைவிட ஈரநிலையில் குறைந்த நீட்சிக் குணகங்களைக் கொண்டுள்ளன. சம தகைவுக்கு நீட்சி கூடுதலாகவுள்ளது; வலிமை குறைகிறது. நீர்-ஈர்க்கும் செல்லுலோஸ் வகை இழைகளான பருத்தி, லினன், ரமி (ramie) ஆகியன உலர்ந்த நிலையைவிட ஈரநிலையில் வலிக்கூடுதலாக அமையப் பெற்றுள்ளன.

நூல் ஆய்வுகள் (yarn tests)**.** இழைகளின் கூட்டமைப்பு நூலாகும். நூல் வலிமை அந்நூலிலிருந்து நெய்யப்படும் துணியின் வலிவை அறுதியிடும் காரணியாக இருப்பதுடன், அந்நூல் துணியாக நெய்யப்படுவதற்கு எளிதானதா என்பதையும் அறுதியிடவல்லது, பின்னல், நெய்தல் ஆகிய செயல்முறைகளில் நூல்களின்மீது கணிசமான தகைவுகள் ஏற்றப்படுகின்றன. வலிக் குறைந்த நூல்கள் துணியாக்கும் செயலைக் கடினமாக்குவதுடன், செயல்திறன் இழப்பையும் துணிக் குறைபாடுகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. நீளிழைகளில் கூட இழை வலிவை நூல் வலிவாக மாற்றுதல் சிக்கலாகும். தனி இழை வலிவை இழைக் கொத்தில் உள்ள இழைகளின் எண்ணிக்கையால் பெருக்கினால் நூலின் வலிவாகும் என்று கணக்கிடலாம்; எனினும், இழை வலிமையின் கூட்டுத் தொகையைவிட நூலின் வலிமை குறைவாகவே உள்ளது. இதற்கான விளக்கம் குறைவலிப் பிணைப்புக் கொள்கையில் (weak link theory) தரப்பட்டுள்ளது.

ஒரு நூல்கட்டில் தனி இழைகளின் வலிமைக்குள் பங்கீடு நிலவுகிறது. நூலிலுள்ள நீளிழைகள் யாவும் சமச்சீர்மையாகத் தகைவுக்குட்படுத்தப்பட்டால், சராசரி இழை வலிவில் $\frac{1}{n}$ பங்கு தகைவுக்கும் குறைந்த தகைவுகளில் இழைக்கட்டிலுள்ள மிகக் குறைந்த வலி இழை அறுந்து விடும். (n=நூலிலுள்ள இழைகளின் எண்ணிக்கை). நூலின் மீதான மொத்த தகைவை எஞ்சிய (n-1) இழைகளும் தாங்க வேண்டிவரும். இத்தகைவு மிகுதியால் (surge) மற்ற இழைகள் சராசரி வலிவுக்கும் குறைந்த தகைவு மட்டத்தில் அறுகின்றன. நூலிலுள்ள இழைகளின் எண்ணிக்கை உயர உயர, வலிக்குறைந்த இழைகள் இடம்பெறுவதற்கான வாய்ப்பும் கூடுவதால், தடிமனான நூல்கட்டு குறைந்த இழுவலிவைக் கொண்டிருக்கும்

நூற்பு வகை வெட்டிழைகளைப் பொறுத்தவரை, நூலின் வலிமை தனி இழை வலிவிலிருந்து கணக்கிடப்பட்ட கூட்டுத் தொகையில் ஒரு சிறு பின்னமாகவே உள்ளது. இங்கு இழை வலிவுடன், முறுக்குவிசை இழை நகர்தல், உராய்வு ஆகியனவும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட வேண்டும். கலப்பின இழைகளால் தொகுக்கப்பட்ட நூலின் இறுதி வலி நீட்சி குறைவாகவுள்ள இழையின் இறுதி வலிவையும், அவ்விழை அறும் தருணத்தில் நீட்சி கூடுதலாகவுள்ள இழையில் அமைந்துள்ள தகைவையும் பொறுத்ததாகும்.

நூற்பு வகை வெட்டிழைகளாலான நூல்களில், இழைகளை ஒன்றோடொன்று இணைப்பதற்கு முறுக்குவிசை தேவைப்படுகிறது. முறுக்கப்படாத இழைக்கொத்து எதற்கும் உதவாது. நீளிழையுடைத்த நூல்களின் நீளம் அந்நீளிழை நீளமேயாகும். எனவே, முறுக்குதல், நூலின் தன்மைகளில் துணை விளைவையே தோற்றுவிக்கிறது. மரபு வழி நூற்பு முறையில் உருவாக்கப்படும் நூல்களின் முறுக்கேற்றத்தை அளவிடும் ஒரு முறையில் முறுக்கப்பட்ட நூல் பிரிக்கப்பட்டு நீளம் கூடுதலாக்கப்படுகிறது. பின்பு பழைய முறுக்கேற்றத்திற்கு எதிர்த்திசையில் முறுக்கேற்றப்படுகிறது, இதனை நூல் பழைய நீளத்தை அடையும் வரை செய்தல் வேண்டும். இந்நிகழ்ச்சியில் புகுத்தப்படும் சுற்றுகளில் (turns) பாதியளவு தொடக்க முறுக்கேற்றத்தின் அளவைக் குறிப்பிடும் துணையலகாகும்.

திறந்த முனை நூற்பு வகை நூல்களின் முறுக்கேற்றத்தை அளந்தறிதல் சற்றே கடினமாகும். முறுக்கேற்ற அளவுக்கும் நூலின் வலிவுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. முறுக்கேற்றம் நிகழ நிகழ, நூலின் வலிமை மெல்ல உயர்ந்து, பெரும நிலையை எட்டி, மீண்டும்

குறைகிறது. தொடக்கத்தில் முறுக்கேற்றம், இழைகளை ஒன்றிணைக்கும் உராய்வு விசைகளைப் புகுத்தி வலிவை உயர்த்துகிறது. ஒரு கட்டத்திற்கு மேல் முறுக்கேற்றத்தினால் தனி இழையின் திருகல் கோணம் (helix angle) இழை அச்சிலிருந்து விலகிச் செல்கிறது. இதனால் நூலின் வலிமை குறையத் தொடங்குகிறது. முறுக்கேற்றத்தை முறுக்குப் பெருக்கி (twist multiplier), முறுக்குக் காரணி (twist factor) ஆகிய துணையலகுகளால் குறிப்பிடுதல் வழக்கமாகும்.

$$\text{முறுக்குப் பெருக்கி} = \frac{\text{ஒரு செ.மீ. நீளத்திலுள்ள சுற்றுகள்}}{\sqrt{\text{நூல் எண்}}}$$

$$\text{முறுக்கேற்ற எண்} = \frac{\text{ஒரு செ.மீ. நீளத்திலுள்ள சுற்றுகள்} \times}{\sqrt{\text{நூலின் நேர்திசை அடர்த்தி}}}$$

வரைபடம் 3இல் கிடக்கை அச்சில் முறுகேற்ற எண்ணைப் பதிலீடு செய்தால், எந்த அளவுள்ள நூலாயினும் அதன் பெரும வலிவுக்கேற்ற முறுக்கேற்ற அளவை அறியலாம். முழு வலிமை எய்துவதற்கு நூற்பு வகையைவிட நீளிழை நூல்கள் குறைந்த முறுக்கேற்ற எண்களைக் கொண்டுள்ளன. இந்நீளிழை நூல்கள் தயாரிப்பாளர் அளிக்கும் நிலையிலேயே பயன்படுகின்றன. இவற்றில் இயல்பான முறுக்க அளவு செ.மீட்டருக்கு 0.25 சுற்று என்னும் மிகக் குறைவான நிலையிலேயே உள்ளது. ஒற்றை முறுக்கு நூல்களைத் தவிர, பல நெசவு நூல்களில் முறுக்கப்பட்ட நூல்கள் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வடுக்குகள் பல முறுக்கப்பட்டால் ஒரு வடம் உருவாகிறது.

நூல் குறுக்களவின் சமச்சீரின்மை (unevenness) நீளிழைகளைவிட நூற்பு இழைகளில் கூடுதலாகவுள்ளது. இதனால் நூல் வலிக்குறைவதுடன் துணியின் தோற்றத்திலும் இச்சமச்சீரின்மை காணப்படுகிறது. நூலின் சமச் சீரின்மையை அளவிட, அதனை ஓர் அறை வழியே செலுத்தி, தொடர்ச்சியாக அதன் பின் தேக்கத்தைக் (capacitance) குறிக்க வேண்டும். இந்த அளவுகளின் ஏற்ற இறக்கம் நூலின் சமச்சீரின்மைக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும்.

துணிகளின்மீது இழுவை ஆய்வு. நெய்யப்பட்ட துணியின் கிழியும் வலிமை தரக் கட்டுப்பாட்டுக்கும் உழைப்புத் திடத்திற்கும் அளவுகோலாகும். சில துணிகளில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தகைவு வரம்பில் தோற்றுவிக்கப்படும் பெரும நீட்சியே தரக்கட்டுப்பாட்டுக்கு ஒரு சிறந்த காட்டியாகப் பயன்படுகிறது. சிடுக்கு விலக்கல் முறை (ravel-strip method), பிடித்திழுக்கும் முறை (grab method) என்பன சில தரக்கட்டுப்பாடு முறைகளாகும்.

சிடுக்கு விலக்கல் முறையில் துணியின் பாவு அல்லது நிரப்பு நூல் திசையில் மாதிரித்துண்டு பிரித்தெடுக் கப்படுகிறது. விளிம்பு நூல்கள் துணியின் நீளவாட்டில் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்படும் துண்டின் அகலம் 2.54 செ.மீ. இருத்தல் வேண்டும். துண்டின் இரண்டு ஓரங்களும் 0.32 செ.மீ. அகலம் கொண்டிருக்கும். மாதிரித் துண்டு இழுவை ஆய்வு எந்திரத்தில் புகுத்தப்பட்டு இழுக்கப்படுகிறது. ஓரங்களில் நூல்கள் பிசிறாக நீட்டிக்கொண்டுள்ளமை தவிர்க்கப்பட்டால் துணி முழுதும் ஓர் அமைப்பாக ஆய்வு செய்யப்படும். பிடித்திழுக்கும் முறையில் பெறப்படும் வலிமை மதிப்புகள் சிடுக்கு விலக்கல் முறையில் அறியப்படும் மதிப்புகளைவிடக் கூடுதலாகவுள்ளன. இவ்விரு மதிப்புகளுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு இழைவலிமை, மீட்சிக் குணகம், நூல் அளவு, அலைவு, நூல்களுக்கிடையே உராய்வு ஆகிய பல காரணிகளைப் பொறுத்தது. பின்னல் வகைத் துணிகளுக்கு இம்முறைகள் பயன்தாரா.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணி இழைகள்

முதலில் மனிதனால் பயன்படுத்தப்பட்டவை பருத்தி, கம்பளி, பட்டு, சணல், லினன்,கற்சணல் (hemp) போன்ற இயற்கை இழைகளே. உலகில் அறியப்பட்ட முதல் தொகுப்பு இழை, கண்ணாடி இழையாகும். எகிப்தியர்கள் சன்னமற்ற கண்ணாடி இழைகளாலான கொள்கலங்களைத் தயாரித்தனர். ராபர்ட் ஹுக் என்பார் முதன்முதல் ஒரு கோந்துப் பொருளிலிருந்து இழை தயாரிக்கலாம் எனக் கூறினார். 19 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் குப்ரமோனியம் வழிமுறை வாயிலாக ரேயான் தயாரித்தலுக்காக டெஸ்பாசிஸ் என்பாருக்குப் ஃபிரான்சில் உரிமைப் பட்டயம் வழங்கப்பட்டது. 1963இல் ரேயானை விஸ்கோஸ் செயல்முறையில் தயாரிப்பதற்குக் கிராஸ், பெவான் மற்றும் பீடில் ஆகியோருக்கு உரிமைப் பட்டயம் வழங்கப்பட்டது.

20 - ஆம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில்தான் மனிதனால் தயாரிக்கப்பட்ட இழைகள் இயற்கை இழைகளை மேம்படுத்தவும் பதிலீடு செய்யவும் பயன்படத் தொடங்கின. இவ்வகையில் முதல் இழைகள் செல்லுலோஸ் (மரக்கூழ்) இழைகளின் மறுபதிப்பானவை. ரேயான் மற்றும் செல்லுலோஸ் அசெட்டேட். முழுமையாக மனித முயற்சியால் தொகுக்கப்பட்ட முதல் செயற்கை இழை நைலானாகும். இதைத் தொடர்ந்து பாலி எஸ்ட்டர், அக்ரிலிக், பாலிஒலிஃபீன், ஸ்பாண்டாக்ஸ் ஆகியன கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை தவிரச்

செயற்கை நீட்சி நெகிழிகள் (ரப்பர்கள்), கண்ணாடி மற்றும் கார்பன் இழைகள் ஆகியன இழை வரலாற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை.

வகையீடு. துணித் தயாரிப்பில் பயன்படும் இழை வகைகள் யாவும் அட்டவணை 1 இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலான செயற்கை இழைகள் ஒரே வகைப் பல்லுறுப்பிகளாலானவையேயாயினும், சில இரு கூறு அல்லது ஈரியைபு இழைகளும் உள்ளன. இரு பல்லுறுப்பிகளுக்கும் இடையேயான வெப்பவியல்பு வேறுபாடுகளைப் பயன்படுத்தித் துணியில் அலைவுகளைத் (crimp) தோற்றுவித்தலே ஈரின இழைக் கலப்பு நிகழ்த்துவதன் முதன்மையான நோக்கமாகும். மாறுபட்ட வண்ணமேற்பு விளைவுகளையும் தோற்றுவிக்கலாம். பாலி எஸ்ட்டரையும் பருத்தியையும் இழைக் கலப்புச் செய்து, ∴பார்மால்டிஹைடு வேதிப்பொருளினால் திருத்தம் செய்தால் கலையாத மடிப்புக் கொண்ட துணியை உருவாக்கலாம். பாலி எஸ்ட்டரின் இழுவலிவும், தேய்மானத் தடுப்பும் பருத்தி இழையின் குறைகளைப் போக்குகின்றன. இதேபோன்று, நைலான்-கம்பளி இழைக் கலப்பில் நெய்யப்பட்ட துணியில் வெதுவெதுப்பும் தேய்மான எதிர்ப்பும் மிகுதியாகவுள்ளன. நெசவு இழைகளின் இயற்பியல் பண்புகள் அட்டவ்ணை 2இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

துணித் தயாரிப்பில் பயன்படும் இழைகள் முறுக்கி நூல்களாக்கப்படுவதற்குப் போதுமான நீளம் கொண்டிருத்தல் தேவை. 1.3 செ.மீ. அளவே நீளம் கொண்ட இழைகள் சிற்றிழைகள் (staple fibres) எனப்படும். பொதுவாக, கல்நார் தவிர்த்த பிற இழைகளின் குறுக்குப் பரப்பளவு 5-45 மைக்ரான்களுக்குள் அடங்கும். தற்போது நைலான், பாலி எஸ்ட்டர், பாலி அக்ரிலிக் இழைகள் 1 மைக்ரான் அளவுக்குச் சன்னமாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்விழைகளினால் நெய்யப்படும் துணிகள் மென்மையும், துவளுமையும் கொண்டுள்ளன. இருகூறு இழைகளில் (bicomponent fibers) ஒரு வகையை மட்டும் தக்க கரைப்பான் கொண்டு அகற்றினால் குறுக்களவை 1 மைக்ராவை விடவும் குறைக்க இயலும்.

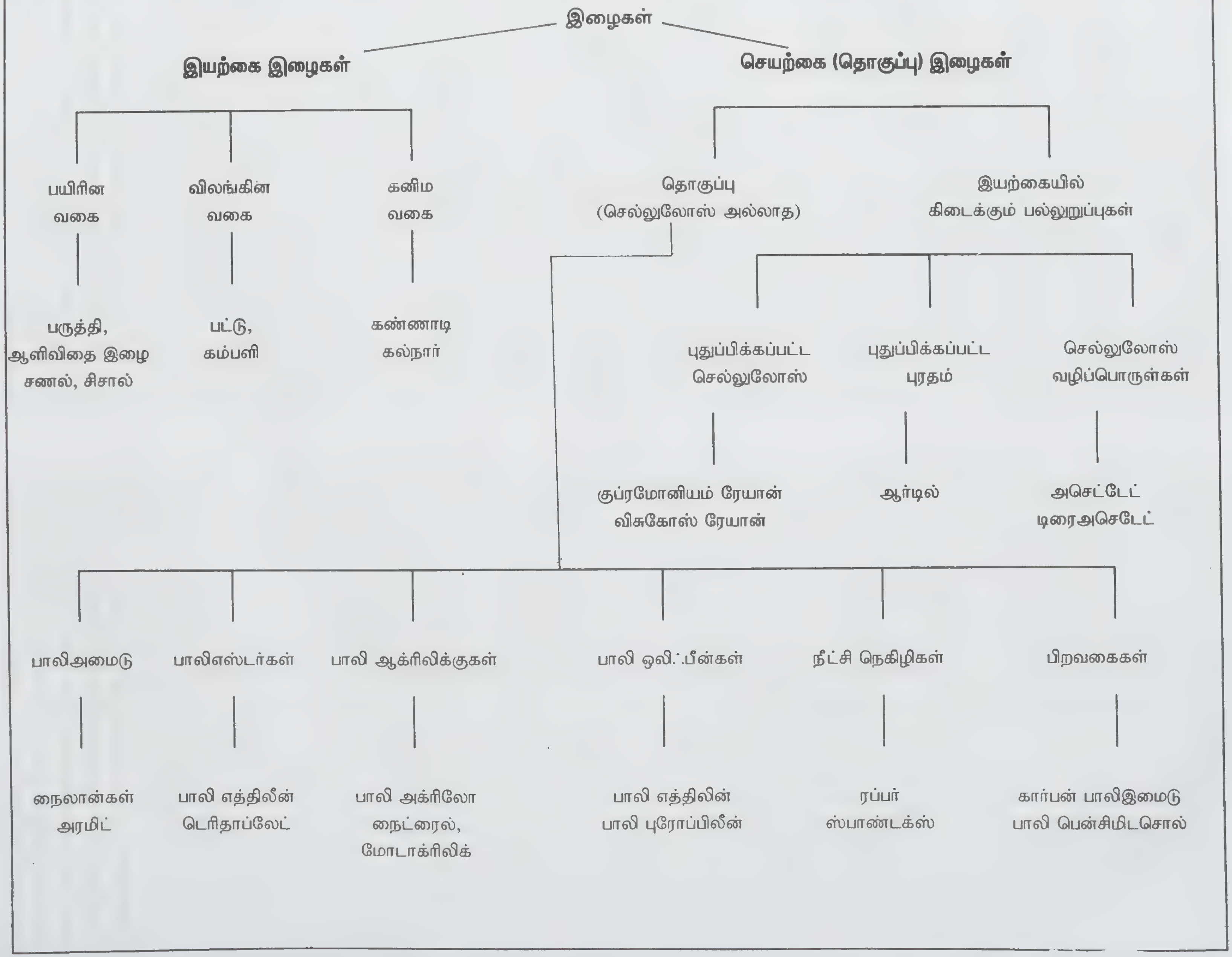
இழைகளின் குறுக்குவெட்டு வடிவம் இழைக்கு இழை மாறுபடுகிறது. பருத்தி இழையின் குறுக்குவெட்டு அமைப்பு ஒழுங்கற்ற, உருக்குலைந்த வட்டமாகும். பட்டு இழை, முக்கோணக் குறுக்குத் தோற்றம் கொண்டுள்ளமையே அதன் வழவழப்புக்கும் பளபளப்புக்கும் காரணமாகும். கம்பளி இழையின் குறுக்குவெட்டு, வட்டமாகவும் பரப்பில் செதிள்களுடனும் உள்ளது. ரேயான் வட்டமாகவோ, அலை விளிம்புக் கொண்ட வட்டமாகவோ (serrated-circular) இருக்கலாம். இதன் மையப்பகுதி வெளிச்சுற்றிலிருந்து வேறுபடுகிறது. தொகுப்பு இழைகள், குறிப்பாக உருக்கி நூற்கப்பட்ட வகைகள், நீள் வட்டமாகவோ, பல்வளையமாகவோ (multilobal), உள்ளீடற்ற வட்டமாகவோ அமைக்கப்படலாம். ஓர் இழையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் அதன் ஒளி சார்புப் பண்புகளைப் பெரிதும் பாதிக்கும். அவ்விழையைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் துணியின் தோற்றமும் தொடுணர்வும் இழையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்திற்குச் சார்புடையன வாகும்.

இழைகளின் புறப்பரப்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. பருத்தியின் புறப்பரப்பில் கரடுமுரடான தன்மையும் கம்பளியைப் போன்ற ஓரிரு இயற்கை இழைகளில் இயல்பாகவே அலைவு அமைந்துள்ளன. தொகுப்பு இழைகளில் இப்பண்பைப் புகுத்துவதற்கு எந்திர வகை மற்றும் வெப்ப இறுக்க வகைச் செயல்முறைகள் பயனாகின்றன. போலி முறுக்குதல், திணிப்புப் பெட்டி, பல்சக்கர அலைவேற்றம், கத்தி விளிம்பு, மாற்று முறுக்கேற்றல், பின்னல் ஏற்ற-இறக்கம், காற்றுப் பீச்சியடித்து அலை வேற்றுதல் எனப் பல வழிமுறைகள் கையாளப் படுகின்றன. இவை யாவற்றிலும் பொதுவான கொள்கை இழையை அலைவுவசத்தில் வைத்திருந்து சூடுபடுத் துவதாகும். அலைவுக்குட்படுத்தப்பட்ட இழைகளைக் கொண்டு நெய்யப்பட்ட துணிகள் கூடுதலான இழுவலிமை, கொள்ளளவு மற்றும் வெதுவெதுப்பைக் கொண்டுள்ளன.

இழைகளின் அடர்த்தி 2.5 கி./செ.மீ.^{3} (கண்ணாடி) இலிருந்து 0.9 கி./ செ.மீ.^{3} (பாலிபுரோப்பிலின்) வரையுள்ளது. பருத்தியும் பாலி எஸ்ட்டரும் இவ்வரம்பின் நடுவில் உள்ளன. பாலிபுரோப்பிலீன் குறைந்த அடர்த்தி பெற்றுள்ளதால் கடலில் பயனாகும் கயிறுகள் தயாரிப்புக்கு ஏற்றதாகும்.

ஓர் இழையின் வலிவை அதன் விகுவுத்தன்மையால் (tenacity) அளவிடலாம். ஓர் அலகு நீளடர்த்தி கொண்ட இழையை அறுப்பதற்குத் தேவைப்படும் விசையே அதன் விகுவுத்தன்மையாகும். இதன் அலகு கிராம்-விசை/டெனியர் (டெனியர் என்பது 9கி.மீ. இழையின் எடை கிராமில்) அல்லது நியூட்டன்/டெக்ஸ் (டெக்ஸ் என்பது ஒரு கி.மீ. இழையின் கிராம் எடை). இதன் வரம்பு 7-8 கி.வி./டெக்ஸ் (ஸ்பாண்டாக்ஸ் ரப்பர்) முதல் 76 கி.வி./டெக்ஸ் (கண்ணாடி இழைகள்) வரையாகும். நைலானும், பாலிஎஸ்ட்டரும் இடைப்பட்ட (25-65) எண் மதிப்புகள் கொண்டுள்ளன. அறும்போதுள்ள நீட்சி 2% (சணல் மற்றும் சிசால் இழைகள்) இலிருந்து 500% (ஸ்பாண்டாக்ஸ்) வரை இருக்கக்கூடும். நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர் ஆகியவற்றுக்கு 12-66% வரம்பு காணப்படுகிறது.

அட்டவணை -1


இழைகள்
இயற்கை இழைகள்
செயற்கை (தொகுப்பு) இழைகள்
பயிரின வகை
விலங்கின வகை
கனிம வகை
பருத்தி, ஆளிவிதை இழை சணல், சிசால்
பட்டு, கம்பளி
கண்ணாடி கல்நார்
தொகுப்பு (செல்லுலோஸ் அல்லாத)
இயற்கையில் கிடைக்கும் பல்லுறுப்புகள்
புதுப்பிக்கப்பட்ட செல்லுலோஸ்
புதுப்பிக்கப்பட்ட புரதம்
செல்லுலோஸ் வழிப்பொருள்கள்
குப்ரமோனியம் ரேயான் விசுகோஸ் ரேயான்
ஆர்டில்
அசெட்டேட் டிரைஅசெடேட்
பாலிஅமைடு
பாலிஎஸ்டர்கள்
பாலி ஆக்ரிலிக்குகள்
பாலி ஒலி∴பீன்கள்
நீட்சி நெகிழிகள்
பிறவகைகள்
நைலான்கள் அரமிட்
பாலி எத்திலீன் டெரிதாப்லேட்
பாலி அக்ரிலோ நைட்ரைல், மோடாக்ரிலிக்
பாலி எத்திலின் பாலி புரோப்பிலீன்
ரப்பர் ஸ்பாண்டக்ஸ்
கார்பன் பாலிஇமைடு பாலி பென்சிமிடசொல்

அட்டவணை - 2
நெசவு இழைகளின் இயற்பியல் பண்புகள்

இழைவகை	குறுக்களவு (μm)	அடர்த்தி (கி.செ.மீ$^{-3}$)	விகுத்தன்மை (tenacity) g.f.tex^{-1}	அறும்போது நீட்சி (%)	தொடக்க மீள்குணகம் g.f.tex^{-1}	அறுப்பதற்குத் தேவையான ஆற்றல் g.f.tex^{-1}	ஈரமீட்பு (%)	உருகுநிலை (°C)
<u>இயற்கை</u>								
பருத்தி	11-22	1.52	35	7	500	1.3	7	சிதைவுறுகின்றன
ஆளிவிதை	5-40	1.52	55	3	1840	0.8	7	சிதைவுறுகின்றன
சணல்	8-30	1.52	50	2	1750	0.5	12	சிதைவுறுகின்றன
கம்பளி	18-44	1.31	12	40	250	3	14	சிதைவுறுகின்றன
பட்டு	10-15	1.34	40	23	750	6	10	சிதைவுறுகின்றன
கல்நார்	0.01-0.3	2.50	-	-	1300	-	1	1500
<u>மறுவடிவமாக்கப்பட்ட</u>								
விஸ்கோஸ்	≥ 12	1.45-1.54	20	20	500	3	13	சிதைவுறுகிறது
அசெட்டேட்	≥ 15	1.32	13	24	350	2	6	230
டிரைவுசட்டேட்	≥ 15	1.32	12	30	300	2	4	230
<u>செயற்கை</u>								
நைலான் 6	≥ 14	1.14	32-65	30-55	250	6-7	2.8-5	225
நைலான் 6,6	≥ 14	1.14	32-65	16-66	250	6-7	2.8-5	250
பாலிஎஸ்டர்	≥ 12	1.34-1.38	25-54	12-55	1000	2-9	0.4	250
அக்ரிலிக்	≥ 12	1.16-1.17	18-30	20-50	650	5	1.5	235°C இல் ஒட்டுகிறது
பாலிபுரோப்பிலீன்	-	0.91	60	20	800	8	0.1	165
பாலி எத்திலீன்	-	0.95	30-60	10-45	-	3	0	115
ஸ்பாண்டாக்ஸ்	-	1.21	6-8	444-555	-	18	1.3	230
கெவ்லார்	≥ 12	1.44	200	2-4	4500-8000	-	4	500°C க்கு மேல் சிதைவுறும்

அட்டவணை - 3

சில புதுவகை இழைகளும் பயன்களும்

இழை	இயைபு பல்லுறுப்பி உள்ளடக்கம்	பண்புகள்	பயன்கள்	வணிகப் பெயர்கள்
1. அரமிட்	அரோமாட்டிக் பாலி அமைடு	வலிமிக்கது; தீ எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்டது ; வெப்பம் கடத்தாது;	தொழிலாளர் சீருடை, பந்தயக் கார் ஓட்டுநர் உடை, காற்றில்	நோமெக்ஸ் கெவ்லார்
2. மோடக்ரிலிக்	அக்ரிலோநைட்ரைல்+ வினைல் குளோரைடு	ரேயானைவிட வலிமிக்கது, நைலானைவிட வலிக்குறைந்தது துவளுமை மிக்கது, வெப்பம்! கடத்தாது , வெளுப்பது எளிது , சுருங்காது.	சுவருக்கு அழகூட்டும் போர்வைத் துணிகள், கோட்டுகள்	வெரல் (பல உள் ரகங்கள்) எலுரா, SEF
3. ஸ்பாண்டெக்ஸ்	பாலியூரித்தேன் ரப்பர் இழை	மீட்சிமை மிக்கது, இழையின் நீளத்தைப் போல் 5-7 மடங்கு நீட்டப்படவல்லது, வெப்பங் கடத்து திறனும், நீர் உறிஞ்சும் திறனும் மிக மிகக்குறைவு, துவளுமை மிகுதி, கடல் நீரால் பாதிப்புறுவதில்லை.	பனியன், நீச்சலுடை	கிளோஸ்பான், லைக்ரா, கிளீர்ஸ்பன்
4. வின்யான்	குறைந்தது 85% PVC, ஐயும் 15% முதல் 13.5% வரை பாலி வினைல் அசெட்டேட்டையும் உள்ளடக்கிய இழை.	நன்கு நீட்டப்படவல்லது, நீரை ஒட்டவிடுவதில்லை, அமில காரப் பாதிப்பு இல்லை, சாய மேற்றுதல் கடினம், பூசணத்தினால் பாதிப்பு இல்லை, 52°C இல் இளகுகிறது : 60°C இல் சுருங்குகிறது, 85°C இல் பிசுபிசுப்புத் தன்மை, 135°C இல் உருகுகிறது	வெப்பத்தால் பாதிக்கப்படாத மூடும் அமைப்புகள், நெசவிலாப் பிணைப்புத் துணிகள், 25-55% வரை பருத்தியுடனும் ரேயானுடனும் இழைக்கலப்புச் செய்யலாம்	வின்யான்

வடிவக் குலைவிலிருந்து மீளுதல் மற்றொரு முதன்மைத் தன்மையாகும். இழையின் இப்பண்பைப் பொறுத்தே அதனின்று உருவாக்கப்படும் துணியின் சுருக்கத்திலிருந்தும் தேவையற்ற மடிப்பிலிருந்தும் மீளும் தன்மை அமைகிறது. இத்தன்மைக்கு ஓர் அளவையாகத் தகைவு-திரிவு வரைபடத்தின் தொடக்கப் பகுதிக்கான மீட்சிக் குணகத்தைப் பயன்படுத்தலாம். நீட்சி குறைவாகக் கொண்ட கண்ணாடி போன்ற இழைகள் உயர் மீட்சிக் குணகத்தையும்(விறைப்பையும்), நீட்சிக் கூடுதலாகக் கொண்ட ஸ்பாண்டாக்ஸ் போன்ற இழைகள் குறைவான மீட்சிக் குணகத்தையும் பெற்றுள்ளன. நைலான்களும் பாலிஎஸ்ட்டர்களும் இரு பண்புகளுக்கும் இடைப்பட்ட மதிப்புகளை கொண்டுள்ளன. தகைவு-திரிபு வரைபடத்தின் பரப்பளவு தாக்கு எதிர்ப்பைக் (toughness) குறிக்கும். இதன் மதிப்பு ஸ்பாண்டாசுக்கு உயர்வாகவும், கண்ணாடி இழைகளுக்குக் குறைவாகவும் நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளுக்கு இடைநிலையாகவும் இருக்கும்.

இழைகளின் பிற பண்புகள். தேய்மான எதிர்ப்பு, நீர் உறிஞ்சும் தன்மை, பரிமாண நிலைப்பு, எரிதல் இயல்பு, பூசண், ஒளி, வேதிப்பொருள் தாக்கு எதிர்ப்பு ஆகியன இழையின் பண்புகளாகும். கண்ணாடி இழைகளுக்குத் தேய்மான எதிர்ப்பு மிகக் குறைவாகவும், நைலான் மற்றும் பாலிஎஸ்ட்டர் வகைகளுக்குக் கூடுதலாகவும் உள்ளது. உயர் நீர் உறிஞ்சும் தன்மை கொண்ட பருத்தி, ரேயான் போன்றன இத்தன்மையைக் குறைவாகக் கொண்ட நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், பாலி ஒலி.ஃ.பீன் ஆகியனவற்றைவிட உடுத்துவதற்கு வசதியாக உள்ளன. தொகுப்பு இழைகளில் வெப்ப இறுக்க முறையின் மூலம் சுருங்காத நிலை ஏற்றப்படுகிறது. இப்பரிமாண நிலைப்பைச் செல்லுலோஸ் இழைகளுக்கு ஏற்றுவதற்கு ஃ.பார்மால்டிஹைடுடன் வினைப்படுத்த வேண்டும். செல்லுலோஸ் வகை இழைகள் உருகுவதில்லை; ஆனால் எரிகின்றன. நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர் ஆகிய தொகுப்பு இழைகள் உருகுகின்றன; ஆனால் எரிவதில்லை.

ஓர் இழையின் இயற்கை உருவ இயல் (morphology) எனப்படுவது அதிலுள்ள பல்லுறுப்பி மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கு அமைவு ஆகும். இயற்கை இழைகளில் இயல்பாகவே ஓர் ஒழுங்குமுறை உள்ளது. இதனை மாற்றியமைக்கவும் கூடும். பருத்தியை எரிகாரத்துடன் வினைப்படுத்தி, இழையைப் பருக்கச் செய்து துணிக்கு மெருகூட்டலாம். மேலும், ஃ.பார்மால்டிஹைடு கலந்த வேதிப் பொருள்களுடன் சுருக்க வினைப்படுத்திச் சுருங்காதிருக்கப் பணிக்கலாம். செல்லுலோசை ரேயானாகவும், அசெட்டேட் டாகவும் மறுவடிவம் அளிப்பதும் துணியின் தோற்றத்தை மேம்படுத்தும் உத்திகளுள் ஒன்றாகும். இழைகளின் பண்புகள் அட்டவணை 2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

இழைகள், நூல்கள், துணிகள் ஆகியன மூன்று அடிப்படை முறைகளில் சாயமேற்றப்படுகின்றன. அவை: 1. எதிர்மின்னேற்றத்தொகுதிகளைக் கொண்ட சாயங்கள் (அமிலச்சாயம்; நேரடிச் சாயம், நிறமூன்ற தேவைப்படும் சாயம்); 2. நேர் மின்னேற்றத் தொகுதிகளைக் கொண்ட சாயங்கள் (காரச் சாயம்); 3. சாயமேற்றும் நிகழ்ச்சியில் வேதிவினையை உள்ளடக்கியவை (அசோசாயம், கந்தக வகைச் சாயம், தொட்டிச் சாயம்) என்பன. அச்சிடலைத் துணியின் மீதுதான் நிகழ்த்த முடியும்; இழை மீது அச்சிட முடியாது.

மேற்கூறிய இழைகளைத் தவிர சிறப்புப் பயன்களுக்கெனச் சில இழைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

அரோமாட்டிக் வளையங்களை உள்ளடக்கிய அரமிட் எனப்படும் பாலி அமைடுகள் கெவ்லார், நோமாக்ஸ் என்னும் வணிகப் பெயர்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் வலிவும், தீ எதிர்ப்புத் தன்மையும் மற்ற இழைகளுடன் ஒப்பிடுகையில் மிகவும் அதிகம். வினைல் மற்றும் அக்ரிலிக் தொகுதிகளைப் பல்வேறு விகிதங்களில் கொண்ட மோடக்ரிலிக் என்னும் இழை அக்ரிலிக்குகளுக்குப் பதிலீடாகப் பயன்படுத்த ஏற்றது. பாலி யூரிதேனினால் ரப்பர் இழையாகத் தயாரிக்கப்படும் ஸ்பாண்டாக்ஸ் உயர் மீள்மை கொண்ட இழையாதலால் பனியன், விளையாட்டு உடை, நீச்சல் உடை ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. ஃ.பீனால்-ஃ.பார்மால்டிஹைடு (பேக்லைட்) இழை நோவோலாய்டு என்னும் பெயரில் தொழிலாளர் சீருடைத் தயாரிப்புக்கும் தொழிலகத் துணிகள் தயாரிப்புக்கும் பயன்படுகிறது. பெருமளவில் தயாரிக்கப்படாத, சிறப்புப் பயன்களையோ பண்புகளையோ கொண்ட, நன்கு அறியப்படாத சில இழைகள் அட்டவணை 3 இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். Michael B.Bever (Ed), *Encyclopaedia of Materials Science & Engineering*, Volume 3. Pergamon Press, New York, 1986.

துணி சீர்செய்தல், சிறப்பு வகை

உடுத்தத்தக்கவாறு மாற்றியமைக்கையில் பிசிர் நீக்கம், கார வினையாக்கம் செய்தல் (mercerisation) சுருக்க எதிர்ப்புப் புகுத்துதல் ஆகியவற்றைத் தவிர்த்த பிற சீர்செய் வழிமுறைகள் இங்குக் குறிக்கப்படுகின்றன

காரிக்கன் துணியை (gray or greige goods), அணிவதற்கு ஏற்றவாறு மாற்றும் முறைகள் சீர்செய் முறைகள் எனப்படும். இம்முறைகளை ஈர, உலர் முறைகள் என்றும், வேதி, இயற்பிய முறைகள் என்றும், திண்ம, தற்காலிக முறைகள் என்றும், அழகூட்டும், பயன்கூட்டும் முறைகள் என்றும் பல்வகைப்படுத்தலாம். இவ்வகையீடுகள் தவிரப் பொது, சிறப்பு முறைகள் என்னும் வகையீடும் வழக்கத்திலுள்ளது.

பருத்தி, லினன் துணிகளுக்கு வலிவும், பளபளப்பும், சுருக்கமின்மையும் அளிக்கவல்ல கார வினையூக்கத்தை அம்மோனியா ஏற்றம் (ammoniating) என்னும் சிறப்பு முறையால் பதிலீடு செய்து கூடுதல் பயனைப் பெறலாம். கார வினையூக்கத்தினால் 20% வலிக்கூடுதல் தோன்றினால், அம்மோனியா ஏற்றத்தினால் 50% வரை வலிமை கூடுதலாகும். தேய்மான எதிர்ப்பும் பின்னுதல் இசைவும் (knittability) உயருகின்றன. நீர்த்த அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில்-33°c வெப்பநிலையில் துணியைச் செலுத்தினால் சுருக்கம் ஏற்படும். உடனே துணியைச் சுடு நீரில் வைத்தால் அதன் இயல்பான நீளத்தைவிட 5% கூடுதலாக விரிவுறும். அம்மோனியா ஏற்றம் செய்யப்பட்ட பருத்தித் துணியைக் குறுக்குப் பிணைப்பேற்றத்திற்கும் உட்படுத்தினால் செயற்கை இழைத் துணிகளுடன் ஒப்பிடக்கூடிய அளவிற்கு வழவழப்பும், பளபளப்பும், வெப்ப எதிர்ப்பும், பரிமாண நிலைப்பும், வடிவ நிலைப்பும் தோன்றும்.

சுருக்கும் முறைகளுள் அழுத்த முறை பொதுவானது. இதே நோக்கத்துடன் வேதிப் பொருள்களைப் பயன் படுத்துதல் சிறப்பு முறையாகிறது. கம்பளிக்குக் குளோரி னேற்றம் செய்து அதனைச் சுருக்கமற்றதாகச் செய்யலாம். கம்பளியின் செதிள்களுள் ஒரு பகுதி அகற்றப்படுவதால், இழையின் உள் மற்றும் வெளிப்பகுதிகள் ஒன்றோடொன்று ஒன்றிவிடுகின்றன. இதனால் சுருக்கம் குறைகிறது. குளோரினேற்றத்திற்குக் குளோரின் வளிமத்தையோ, கால்சியம் அல்லது சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட்டின் நீர்த்த கரைசலையோ பயன்படுத்தலாம். சாதாரண உப்பினால் நிறைவுற்ற பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலில் அமிழ்த்தியும் இவ்விளைவைத் தோற்றுவிக்கலாம். மெலனின் வகை வெப்பத்தால் இறுகவல்ல ரெசின்களைக் கொண்டும் சுருக்கம் தவிர்க்கலாம். ஈரம், வெப்பம், அழுத்தம், சோப்பு ஆகியவற்றின் கலப்பு விளைவாகக் கம்பளியை முன்கூட்டியே சுருங்கவைத்து, உடையாகப் பயன் படுத்துகையில் சுருங்காதவாறு காக்கலாம். இதனால் துணி கெட்டிப்படுகிறது. கம்பளிக்கே உரித்தான மற்றொரு சிறப்புச் சீர்செய் முறையில் (crabbing) துணி நன்கு இழுக்கப்பட்ட நிலையில் சுடுநீரிலோ, நீராவியிலோ செலுத்தப்பட்டு, குளிர்ந்த நீரில் அமிழ்த்தப்பட்டுப் பின்பு அழுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாகப் பாவு நூல்களும் நிரப்பு நூல்களும் ஒன்றுக்கொன்று சரியான வகையில் தொடர்பு கொள்ள இயலும். இதனால் துணியின் எப்பகுதியிலும் கண்ணுக்குத் தெரியாத விகாரம் தோன்றுவதில்லை. மடிப்பு விழுதலும், சீரற்ற சுருக்கம் தோன்றுதலும் நிகழா.

விறைப்பூட்டல் (stiffening) முறைகளில் ஸ்டார்ச் சேர்த்தல் பொது, தற்காலிக் முறையாகும். இத்துறையில் உரிமைப் பட்டயம் (patent) பெறப்பட்டுள்ள பல சிறப்பு வழிமுறைகள் நிலையான விறைப்பூட்டலை அறுதியி டுகின்றன, ஆன்கார்டு, பாஸ்கோ, கிளியரைட், காண்டரைசுடு, பெல்மானைசிங், ஷீர்க்ராப்ட் என்பன சில. ட்ருபனைசிங் (trubenising) எனும் முறையில் அசெட்டேட் ரேயான் நூல்களைக் கழுத்துப் பட்டைத் துண்டுகளிலும், மணிக்கட்டுப் பட்டைப் பகுதிகளிலும் (cuffs) இடையீடாகப் புகுத்தி, அசெட்டோனில் அமிழ்த்தி, இஸ்திரியிட்டால் நிலைத்த விறைப்புத் தன்மை கிட்டும். இதனால் மேற்காணும் பகுதித் துணிகள் வதங்குவதில்லை.

கம்பளி, பட்டு ஆகிய துணிகளுக்கு எடையேற்றம் செய்வதற்குச் சிறப்பு முறைகள் உள்ளன. பட்டை வெள்ளீய உப்புக் கரைசலில் நனைத்துக் கனமானதாக்கலாம். தரம் குறைந்த கம்பளித் துணிகளில் மிகக் குட்டையான கம்பளி

இழைகளைப் பின்னல் முறையில் புகுத்தி 40% வரை எடையைக் கூடுதலாக்கலாம். கம்பளித் துணிகளை மக்னீசியம் குளோரைடு கரைசலில் புகுத்தியும் எடையைக் கூட்டலாம்.

பருத்திக்குப் பளபளப்பூட்டுவது மலிவான முறை (schreinerising) எனப்படும். மெல்லிய கோடுகள் வரையப்பட்ட எ்.கு உருளைகளை, 31,000 kPa அழுத்தத்தில் துணிமீது அழுத்தி, 1 செ.மீட்டருக்கு 50-235 வரையிலான குறுக்கு இழுப்பு மேடுகளை உருவாக்கலாம். இம்மேடுகளின்மீது படும் ஒளி எதிர்பலிக்கும்போது துணி பளபளப்பாகத் தெரியும். துணி மீண்டும் மீண்டும் வெளுப்புக்கு உட்படுத்தப்படும்போது இம்மேடுகள் மறையக்கூடும்.

புடைப்புருவம் அமைத்தல் (embossing)**.** கோலங்களும், வடிவங்களும் செதுக்கப்பட்ட சூடான உருளைகளுக்கிடையே துணியைப் புகுத்தி , துணியின் பரப்பின் மீது துருத்திய வடிவிலோ, தணிவு (relief) வடிவிலோ படங்களையும் கோலங்களையும் அமைக்கலாம். கம்பளி தவிர்த்த பிற வகை இழைகளாலான எத்துணியிலும் இதனை நிகழ்த்தலாம். வெப்பத்தால் இளகவல்ல இழைகளாலான துணிகளில் இவ்விளைவு நிலைத்து நிற்கும். புடைப்புருவம் தற்காலிகமாக இருக்கக்கூடிய சூழ்நிலையில் துணியை வெளுத்தலோ, ஈரமான நிலையில் தவறான பகுதியில் அழுத்துதலோ (ironing) கூடாது; வெதுவெதுப்பான நீரில் வீரியம் குறைந்த சோப்பினால் கழுவ வேண்டும்.

கவர்ச்சியான, பளபளப்பான அலை போன்ற கோலங்களை உருவாக்கும் முறை மோயரிங் (moireing) எனப்படும். இது ஒரு நுண்ணிய புடைப்புருவம் அமைத்தலாகும். வரப்பு (ridge) அல்லது துளையிடப்பட்ட (crenellated) உருளைகளைத் துணியின் மீது ஆழப்பதித்து இவ்விளைவு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. நிரப்பு வகை நூல்களின் மீது கோலம் நன்கு பதியுமாறு 670 MPa அழுத்தத்தில் துணியின் மீது உருளை பதிகிறது. மோயர் கோலம் ரேயானில் நிலைப்பதில்லை. எளிதில் உருகவல்ல அசெட்டேட் ரேயான், நைலான் போன்ற துணிகளில் இவ்விளைவு நிலைத்துவிடுகிறது. செயல்முறையை நடத்துகையில் உருகும் இழை குளிர்ந்துவிட, கோலம் இறுகிவிடுகிறது. துணியின் மீது மெழுகைப் பூசி, உயர் வெப்பநிலையில் அழுத்த மெருகேற்றத்திற்கு உட்படுத்தினால், உலோகத்தை ஒத்த பளபளப்புத் தோற்றுவிக்கப்படும். வெப்பத்தால் இளகவல்ல இழை வகைத் துணிகளுக்கு இம்முறை ஏற்றது.

எழுப்புதல் (raising)**.** இழைகள் தனித்தனியே விறைப்பாகத் துருசைப் போன்று நிறுத்திவைக்கப்படுதல் எழுப்புதல் எனப்படும். இதற்குப் பல வழிமுறைகள் உள்ளன. சுரண்டி இழுத்தல் (napping) எனும் உத்தியில் கொக்கி முனை பொருத்தப்பட்ட எ்.கு கம்பிகளைக் கொண்ட உருளையின் அடியில் துணி செலுத்தப்படுகிறது. கொக்கி முனை துணியின் பரப்பைச் சுரண்டி இழை முனைகளை வெளியே இழுக்கிறது. இச்சீர்செய்முறையினால் துணி மென்மையடைவதுடன், வெப்பம் கடத்தா காற்றுக் கூடுகள் மிகுந்துள்ளமையால், குளிர்காலத்தில் வெதுவெதுப்பை அளிக்கிறது. இவ்வகைப் பரப்பிலிருந்து கறைகளை எளிதில் அகற்ற இயலும்; மிகையான, அருவெறுப்பூட்டும் பளபளப்பு இப்பரப்பில் இராது. சல்லாத் துணியைச் (sleazy fabric) சுரண்டி இழுத்தல் மூலம் குறை தெரியாதவாறு அமைக்கலாம். இம்முறையை மிகுதியாகக் கையாண்டால் துணியின் வலிமை குன்றிவிடும். துணியின் இருபுறமும் ஒரே திசையில் சுரண்டி இழுக்கப்பட்டால் அது ஒற்றை முறை என்றும், எதிரெதிர்த் திசைகளில் சுரண்டி இழுக்கப்பட்டால் அது இரட்டைமுறை என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இரட்டை முறையினால் பரப்புத் திணிவு,உறுதி மற்றும் வெப்பக் காப்பீடு ஆகியன கூடுதலாகின்றன. ஃபிளானலெட், டுவெட்டைன் ஆகியன இம்முறையில் தயாரிக்கப்படும் கம்பளி மற்றும் பருத்தித் துணிகளாகும்.

பட்டைச் சீலைத் தேய்ப்பு (emerising)**.** பதனிடப்படாத மென்தோலின் பரப்பை உருவாக்கும் நோக்கத்துடன் குருந்த உறையிடப்பட்ட (emery covered) உருளைகளின் மீது துணி உரசப்படுகிறது. இதன் விளைவாக மலையாட்டுத் தோல் (chamois leather) போன்ற மென்மை ஏற்றப்படுகிறது.

மீன் குத்தல் (gigging)**.** துணியை நீரால் நன்கு நனைத்து மீன் குத்தி (gig) போன்ற ஈட்டியால் கிளறினால் அது சுருண்டு சுருங்கும். பின்பு ஒரே திசையில் ஒரு துருசினால் வாரினால் மென்மையும் பளபளப்பும் மிக்க தோற்றம் உருவாகும். டைகரிங் (tigering) எனும் உத்தியில் கிளறப்பட்ட இழைகள் வாரப்பட்டு, உதிரி இழைகள்

அகற்றப்படுகின்றன. இங்கு ஈடுபடுத்தப்படும் உருளைமீது நீண்ட, நுண்ணிய கம்பிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவை துணியின் அடிப்பரப்புவரை சென்று, சுரண்டி எழுப்பப்படாத சில இழைகளையும் எழுப்பிவிடும்.

மென் குஞ்ச யாப்பேற்றல் (furtexing or electrofying)**.** துணியின் அடித்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக இழைகள் அடுக்கப்பட வேண்டிய தேவை எழும்போது இவ்வெப்ப மெருகேற்ற முறை பயன்படுகிறது. திருகுசுழற் காடிகளைக் கொண்ட உருளைகளின் மீது துணி வெவ்வேறு கோணங்களில் உரசப்படுகிறது. இதனால் இழைகள் அடிக்கப்பட்டு, குலுக்கப்பட்டு அலைவும் சிடுக்கும் அகற்றப்படுகின்றன. உராய்வினால் இழை பளிச்சிடுகிறது. உருளையின் வெப்பநிலையைச் சீராக்கித் துணியின் பளபளப்பைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இம்முறையை எளிதாக்குவதற்கு நீர், ஆல்கஹால், சிலிக்கோன் போன்றவற்றை உயவுப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தலாம்.

துணித்தல் நறுக்குதல் (shearing)**.** சுரண்டி எழுப்பப்பட்ட துணி இழைகளைச் சீராக நறுக்குதல் வாயிலாகப் புறப்பரப்பின் சீரின்மை அகற்றப்படுகிறது. இக்கத்தரிப்புச் செயலைக் கவனத்துடன் நிகழ்த்தினால் வெவ்வேறு உயரங்களுக்கு இழைகள் வெட்டப்பட்டு, கோல அமைப்புகளும், செதுக்கிய கலை அமைப்புகளும் தோற்றுவிக்கப்படலாம். திருகுசுழல் வாள்கள் பொருத்தப்பட்ட சுழலும் உருளை பயன்படுகிறது. இதன் செயல்பாடு ஒரு புல்வெட்டியை ஒத்தது.

திசுக் காகிதத்தில் விரல் நகத்தால் சித்திரம் வரைதல் போன்று செதுக்கப்பட்ட உலோக உருளைகளைத் துணிமீது பதித்தும் அலைவுகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். மீண்டும் மீண்டும் துணியை வெளுப்பதால் இவ்விளைவு அகற்றப்படுகிறது. மற்றொரு சீர்செய் முறையில் பருத்தித் துணியின்மீது எரிகாரம் கோடுகளாகவும், சித்திரங்களாகவும் பதிக்கப்படுகிறது. பின்பு துணி கழுவப்படும்போது, எரிகாரம் தொட்ட பகுதி சுருங்கியும், பிற பகுதி பருத்துப் பெருகவும் செய்கின்றன. இதே விளைவை எரிகாரத்திற்குப் பதிலாக மெழுகைப் பயன்படுத்தியும் பெறலாம்.

ஒரு வேதிச் சீர்செய் முறையில் பட்டை அடர் சல்.:.ப்யூரிக் அமிலத்தில் நனைத்து, பின்பு நீரால் கழுவி, இறுதியாக ஒரு வலிக்குன்றிய காரக் கரைசலினால் நடுநிலையாக்க வேண்டும். பளபளப்பும், வலிவும் குறைகின்றன. நைலானைப் போன்ற எளிதில் உருகவல்ல இழைகளாலான துணிகளில் நிலையான எழிலான சுருக்கங்களைத் தோற்றுவிப்பதற்கான வழிமுறையில் மேடாகச் சித்திரங்கள் அமைக்கப்பட்ட உருளைகளைச் சூடாக்கி, அவற்றின் மீது துணியைச் செலுத்துவர். மேடான, சூடான பகுதிகளுடன் தொடர்புறும் துணிப் பகுதி உருகிப், புடைத்துத் தனித் தோற்றம் அளிக்கிறது.

பணிசார் சீர்செய் முறைகள் (functional finishes)**.** சுருக்கம் விழாத, நனைத்து உலர்த்தி இஸ்திரியிடாமல் பயன்படுத்தக்கூடிய பருத்தி மற்றும் லினன் துணிகளைத் தயாரித்தல் தொடர்ந்து நடைபெற்று வருகிறது. துணியைக் கத்தரித்து ஆடையாகத் தைப்பதற்கு முன்பாகவே பதப்படுத்துதல் (precuring) மேற்கூறிய விளைவைத் தரும். துணியைத் தக்க வேதிப்பொருள்களில் இட்டு, பின்பு உடையாகத் தைத்த பின்பு வினையை நிகழ்த்திப் பதனிடலாம். இந்நோக்கத்துடன் செயலாக்கப்படும் சீர்செய் முறைகள் யாவற்றிலும் ஒரு குறுக்குப் பிணைப்புத் தோற்றிப் (crosslinking agent) பயன்படுகிறது. இப்பொருளின் வேதி இயைபு, தயாரிப்பு நிறுவனங்களால் பெரும்பாலும் பிறர் அறியாதவாறு காக்கப்படும். குறிப்பிட்டதொரு முறையில் பாவு நூல்களையும் நிரப்பு நூல்களையும் தக்க விகிதத்தில் கலந்து, நெய்து, ஒரு சிறப்பு ரெசின் கலவையுடன் பதப்படுத்த வேண்டும். உடையாகத் தைத்த பின்பு நீராவியில் $121^{0}C$ இல் 15 நொடி அழுத்தி நிலையான மடிப்புகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். மற்றொரு முறையில் உடையாகத் தைக்கப்பட்ட பருத்தித் துணியைச் சல்.:.பர் டைஆக்சைடும் .:.பார்மால்டிஹைடும் கலந்த வளிமக் கலனில் 20 நிமிடங்கள் வைத்திருந்து, செல்லுலோஸ் இழைக்ளுக்கிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

கம்பளிக்கு நிலைத்த மடிப்புகளைத் தோற்றுவிப்பதற்கு மோனோஎத்தனால் அமீன் சல்.:.பைட், யூரியா, டைஎத்தனலாலமீன் கார்போனேட் எனப் பல வேதிப் பொருள்கள் பயன்பட்டாலும், பாலியூரித்தேன் எனும் ரெசின் மட்டுமே சிறப்பு விளைவுகளை ஏற்படுத்துகிறது. பாலியூரித்தேன் அல்லது சற்றே திருத்தப்பட்ட பாலியூரித்தேன் ரெசினையும் ஒரு குறுக்குப் பிணைப்பியையும் கலந்து பால்மமாக்கி, அப்பால்மத்தில் தோய்த்த துணியை ரெசினின் பதனிடு வெப்பநிலைக்குக் கீழ் வெப்பநிலையில் உலர்த்த வேண்டும். பின்பு உடையாக மாற்றியபின் 30-40% வரை எடை கூடும் அளவுக்கு 4% $NaHSO_3$ நீரியக் கரைசலைத் தெளித்து, நீராவி

அழுத்தத்திற்கும் சூடேற்றத்திற்கும் 15 நிமிடங்களுக்கு உட்படுத்தினால் நிலையான மடிப்புகள் தோன்றும்.

நீர் விலக்கும் தன்மையைப் பருத்தி மற்றும் ரேயான் துணிகளின் மீது ஏற்றுவதற்குப் பார.்.பின் மெழுகுடன் அலுமினியம் அல்லது சிர்க்கோனியம் உப்புகளைக் கலந்து பால்மமாக்கித் துணியின் மீது ஒற்றி உலர்த்த வேண்டும். இதனால் பெறப்படும் நீர் விலக்கும் தன்மை நீடிப்பதில்லையாதலால், பிரிடீனியம் சேர்மமொன்றைச் சேர்த்துத் திடமான நீர் எதிர்ப்புத் திறன் புகுத்தப்படுகிறது. மெலமீன், ஸ்டியரமைடு, சிலிகோன் ஆகியன இவ்வகையில் சிறந்தவை. இத்துறையில் பயன்படும் பெரும்பாலான பொருள்களின் வணிகச் சின்னங்கள் மட்டுமே வழக்கிலுள்ளனவே தவிர அவற்றின் உண்மையான வேதி இயைபுகள் தயாரிப்பாளருக்கு மட்டுமே தெரிந்தவை. கறை எதிர்க்கும் இயல்பினைப்(soil repellency) புகுத்துவதற்கு மெதக்ரிலிக் அமிலக் கரைசலில் நனைத்து, உலர்த்துதல் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது.

தீ எதிர்ப்புத் தன்மைக்கு டெட்ராகிஸ்-ஹைட்ராக்சி மெத்தில்-பாஸ்.்.போனியம் ஹைட்ராக்சைடு, டெட்ராகிஸ்-ஹைட்ராக்சி மெத்தில்-பாஸ்.்.போனியம் குளோரைடு, டிகார்பமோடை.்.பினைலீன் ஆக்சைடு மற்றும் பல நைட்ரஜன்-பாஸ்.்.பரஸ், போரான்-பாஸ்.்.பாரஸ், ஆன்டிமனி உப்புகள் பயன்படுகின்றன.

இழையைத் தீ எதிர்ப்புத் திறன் கொண்டதாக மாற்றுதல் அடுத்த அணுகுமுறையாகும். இதற்காக நூற்புக் கரைசலில் சில வேதிப்பொருள்கள் கரைக்கப்படுகின்றன. மூன்றாம் வகை அணுகு முறை தீ எதிர்க்கும் சிறப்பு இழைகளைத் தோற்றுவித்தல் ஆகும். நோமெக்ஸ் எனும் அரமிடு வகை, மோடக்ரிலிக், கைனால் நோவோலாய்டு (.்.பீனாலிக்), தோர்னல் எனும் கிரா.்.பைட் இழை, கண்ணாடி, பாலிபென்சிமிடசோல், கார்டெலான் (PVC + PVA), லீவில் ஆகியன சிறப்பு இழைகளுள் சிலவாகும்.

பூசண எதிர்ப்பை ஏற்றுவதற்குத் துணியின் மீது தாமிர சல்.்.பேட், போரிக் அமிலம், .்.பீனால், 0.05% .்.பீனைல் மெர்குரிக் அசெட்டேட் நீரியக் கரைசல், வெள்ளீயம் மற்றும் தாமிரத்தின் கரிம-உலோக அணைவுச் சேர்மங்கள், மெலமின்-.்.பார்மால்டிஹைடு ரெசின்கள் ஆகியன பூசப்படுகின்றன. குறைந்த இழைச் சிணுக்கு எண் கொண்ட துணிகளில் பாவு நூல், நிரப்பு நூல் மீது நழுவிப் பிணையலாம். வழவழப்பான பரப்பு கொண்ட ரேயான் துணிகளில் இந்நிகழ்வுக்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகும். செயற்கை ரெசின்களைத் தோய்த்து இழுத்து, இழு நிலையிலேயே உலர்த்துவதால், நூல் இடைவெளிகளில் ரெசின் படிந்து இரு வகை நூல்களுக்குமிடையேயான மோதலைத் தவிர்க்கும்.

உடலின் வெப்பநிலையைப் பாதிப்புறாது பாதுகாத்தலும் உடையின் பணிகளுள் ஒன்றாகும். குளிர் காலத்தில் உடலின் வெப்பம் வெளியேறாது தடுப்பதற்கும், கோடைக் காலத்தில் வெளி வெப்பம் உடலைத் தாக்காது பாதுகாப்பதற்கும் உடுத்தும் துணிகளில் தக்க மாற்றம் செய்ய வேண்டியுள்ளது. இந்நோக்கத்துடன் துணிகளுக்கு வெப்ப எதிரொளிப்புத் தன்மை (heat reflectance) ஏற்றப்படுகிறது. ஒரு புறம் மட்டும் உலோகத் தன்மை கொண்ட பூச்சு அளிக்கப்பட்ட துணியை உலோகப் பூச்சு உட்புறம் அமையுமாறு தைத்து அணிந்தால், குளிர் காலத்தில் உடலின் வெப்பம் உலோகப் பூச்சின்மீது பட்டு மீண்டும் உடலுக்கே திருப்பப்படும். உலோகப் பூச்சு வெளிப்புறம் அமைந்த ஆடையைக் கோடைக் காலத்திலும், வெயிலிலும் அணிந்தால் உடையைத் தாக்கும் வெளி வெப்பம் உலோகப் பூச்சினால் எதிரொளிக்கப்பட்டு உடலைத் தாக்காது தடுக்கப்படும்.

அலுமினியத் தூள் கலந்த ரெசினைத் துணியின்மீது மெல்லிய படலமாகப் பூசினால் எடையேற்றம் மிகாமலும், நுண்துளைமையும் நெகிழும் தன்மையும் மாறாமலும் இருக்கும். இப்பூச்சின் தன்மையும் திடமும் ரெசினின் தன்மையையும் நெசவின் நெருக்கத்தையும் பொறுத்தவை.

நுரை இடையீட்டுத் துணிகள். (foam lamination) நெய்த மற்றும் பின்னப்பட்ட துணிகளுக்கு நுரை இடையீடு அளித்து வெப்பக் காப்பீட்டுக்கு வழிசெய்தல் ஒரு சிறப்புச் சீர்செய் முறையாகும். ஈதர் யூரித்தேன் வகை நுரை, அறைகலன் உறையாகப் பயன்படுகிறது. நுரையின் தடிமன் 1.5-3 மி.மீ. வரையிலும், காற்றுக் கூடு அடர்த்தி ஒரு செ.மீட்டருக்கு 15-25 வரையிலும் உள்ளன.

காற்று இடைவெளி ஒன்றோடொன்று தொடர்புடையதாக இருப்பின், உடல் பரப்பின்மீது தோன்றும் வியர்வையும், ஈரமும் வெளியேறி உடலின் வெப்பநிலை சீராகப் பாதுகாக்கப்படும். யூரித்தேன் வகை நுரைகள் மணமற்றவையாகவும், நச்சுத்தன்மையற்றவையாகவும், ஒவ்வாமையைத் தூண்டாதவையாகவும் (non-allergenic), தோலை உறுத்தாதவையாகவும் உள்ளன. துணிமீது நுரைப்பொருளை ஒட்டுவதற்குத் தீக்கனல் அல்லது வெப்ப இணைப்பு முறை பயன்படும். பாலியூரித்தேன் தகட்டை 120-150°C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றி உருக்கி, துணிமீது இட்டு, துணியை இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே அழுத்தி நிலைப்படுத்துவர். விளைவாகும் ஏட்டில் துணி முகப்பும், நுரைப் பின்னணியும் இரண்டு அடுக்குகளாக உள்ளன. இம்முறையில் ஒரு நிமிடத்திற்கு 35-65மீ. வரை துணியைச் சீர் செய்யலாம். யூரித்தேன் நுரையைத் துணியின் மீது ஒட்டுவதற்கு அக்ரிலிக் வகை ஒட்டுவிப்பியையும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இம்முறையில் ஒரு நிமிடத்திற்கு 18-23 மீ. வரை மட்டுமே சீர்செய்ய இயலும். இம்முறையில் நுரைச் சிதறல் வெப்பமுறையைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். கியூரான், நாப்கோ-நுரை, ஸ்காட் அபேரல், கெம்ஸ்டிட்ச் என்பன சில திண்ம நுரைப்பொருள்களின் வணிகப் பெயர்களாகும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணி சீர்செய்தல், தீ எதிர்ப்பு வகை

தீப்பற்றி எரியாமல் இருப்பதற்கும், எரிதலால் நிலையான பாதிப்பு ஏற்படாமல் இருப்பதற்கும் துணியின்மீது அளிக்கப்படும் தீ எதிர்ப்பு வகைப் பூச்சு ஒன்றை 1821இல் கே லூசக் என்பார் முதன் முதலாக லினனுக்கும் சணலுக்கும் உருவாக்கினார். இப்பூச்சு அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட், அம்மோனியம் குளோரைடு மற்றும் போராக்சின் கலவையாகும். துணியின் துளைகளில் வெள்ளீய ஆக்சைடை (SnO_2) வீழ்படிவாக்கித் தீ எதிர்ப்புத் தன்மையை ஏற்றலாம் என்று பெர்கின் என்பார் கூறினார். பருத்தி, ரேயான் மட்டுமே தீ எதிர்ப்புத் தன்மையை ஏற்றுக்கொள்ளவல்ல இழைவகைகளாகும். கம்பளி, பட்டு போன்ற புரதவகை இழைகள் எரியும் இயல்பினைப் போதுமான அளவு பெறாமையால், தீ எதிர்ப்பு இயல்பினை ஊட்டும் தேவையும் மிகுதியாக இல்லை.

துணிகளைப் பொறுத்தவரை நீரில் கரையவல்லவை அல்லது திடம் குன்றியவை, துணியினூடே வீழ்படிவானவை, ஹாலோஜனேற்றக் கனிமப் பொருள், கனிம உப்பு, ஆக்சைடு இவற்றைக் கொண்ட கலவைகள், இழையின் அடிப்படை வேதி மூலக்கூறுகளில் மாற்றம் செய்வதால் தோன்றுபவை எனத் தீ எதிர்ப்புத் தன்மையில் நான்கு வகைகள் உள்ளன.

துணியின் தீ எதிர்ப்புத் தன்மையை இழை வகை, எரிதலில் தீவிரம், துணியின் எடையும் அமைப்பும், தீ எதிர்ப்புப் பொருளின் திறப்பாடு ஆகியன பாதிக்கின்றன. இழை வகைகளுள் முதன்மையானவை பருத்தி, சணல்நார், பட்டு, கம்பளி, ரேயான், நைலான், வினைல், அக்ரிலிக், கண்ணாடி மற்றும் கல்நார் ஆகியனவாகும். தீ எதிர்ப் பொருள் எனப்படுவது எரிதல், தணலுறாமல் இருக்க வேண்டும். தீத்தடுப்புப் பொருள் என்பது எரியாத பொருளாகும். இப்பொருளின் இயற்பிய மற்றும் வேதித் தன்மைகள் தீயினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. கல்நார் இவ்வகைத் தீத் தடுப்புக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். சில நிலைமைகளில் எரிகையில் தோன்றும் பாதிப்பைவிடச் சுடர் அணைந்தபின்பு மிஞ்சிய தணலிலிருந்து தோன்றும் பாதிப்பு கூடுதலாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, எரியும் செல்லுலோசின் வெப்பநிலை 240°C; தனல் நிலையில் அதன் வெப்பநிலை 340°C ஆகும்.

எத்துணி வகைக்கும் ஏற்ற தன்மை, எளிதாகத் துணியில் ஏற்றக்கூடிய இயல்பு, சாதாரண காற்றோட்டத்தில் நச்சுத்தன்மை கொண்ட, நெடியுற்ற புகைகளை வெளிவிடாமை, துவைத்தல், கழுவுதல் ஆகியவற்றினால் அகற்றப்படாமை, துணியின் அடிப்படைத் தன்மை மாறாமை, உயர் ஆற்றல் கதிர்வீச்சில் நிலைத்த கரிப்பொருளை உருவாக்கல், சாயமேற்றல் போன்ற சீர்செய்முறைகளைப் பாதிக்காமை ஆகியன தீ எதிர்ப்புப் பொருளின் இன்றியமையாக் கூறுகளாகும். போராக்ஸ், அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட், அம்மோனியம் சல்ஃபமேட், அம்மோனியம் புரோமைடு ஆகியன திடம் குன்றியும், சோடியம் டங்க்ஸ்டேட், வெள்ளீய (IV) ஆக்சைடு ஆகியன ஓரளவு திடம் பெற்றும், ஆன்ட்டிமனி ஆக்சிகுளோரைடு (SbOCl). டைட்டேனியம் ஆக்சிகுளோரைடு ஆகியன திடம் மிகுந்தும் தீ எதிர்ப்புப் பொருள்களாக உள்ளன.

தீ எதிர்ப்புச் செயலின் இயங்குமுறை. தனிப்பட்ட நிலையில் செல்லுலோசின் ஆவியழுத்தம் மிகக் குறைவாதலால் அது எரிவதில்லை. எனினும், மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் அது சிதைவுற்று, எரியத்தக்க பொருள்களை உருவாக்குகிறது. இதனால் மிக உயர் வெப்பம் வெளியாகி, மேன்மேலும் சிதைவும் நிலையிறக்கமும் நிகழ்கின்றன. இச்செயலை விளக்கும் நோக்கத்துடன் பூச்சுக் கொள்கை, வளிமக் கொள்கை, வெப்பக் கொள்கை, வேதிக் கொள்கை என்னும் நான்கு கொள்கைகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. பூச்சுக் கொள்கையின்படி எளிதில் உருகும் பொருளொன்று மெல்லிய படலமாகத் துணிமீது பரவித் தீப் பரவுவதற்குத் தேவைப்படும் காற்றைப் பரப்பின்மீது படாமல் தடுக்கும். கார்போனேட்டுகள், போரேட்டுகள்,அம்மோனியம் உப்புகள் ஆகியன இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். வளிமக் கொள்கையில் தீ எதிர்ப்புப் பொருளின் சிதைவினால் எரியும் தன்மையற்ற, எரிதலைத் தணிக்கவல்ல வளிமங்கள் வெளியாகின்றன என்று கூறப்படுகிறது. அம்மோனியம் கார்போனேட், அம்மோனியம் ஹாலைடுகள் ஆகியன இவ்வகைக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

வெப்பக் கொள்கையின்படி எரிதல் தோற்றுவாயிலிருந்து உமிழப்படும் வெப்பம் தீ எதிர்ப்புப் பொருளில் நிகழும் வெப்பம் கொள் மாற்றத்தினால் உறிஞ்சப்பட்டு, துணி எரிதல் வெப்பநிலையை எட்டாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. வேதிக் கொள்கையின்படி, தீ எதிர்ப்புப் பொருளின் சிதைவால் நீரகற்றும் பொருள்களை உருவாக்கலாம். இதன் விளைவாகச் செல்லுலோஸ் எரிந்து CO_2ஐயும் நீரையும் ஈவதற்குப் பதிலாக, கார்பனைத் தரும். எ-டு: வலிவுற்ற அமிலங்கள், காரங்கள், உலோக ஆக்சைடுகள்.

தீ எதிர்ப்புப் பொருளைத் துணியின் மீது திணிக்கும் முறைகள். குறிப்பிட்ட பொருளைக் கொண்ட நீரியக் கரைசலில் துணியைத் தோய்த்தல், கரைசலைத் துணியின்மீது பாய்ச்சுதல் மற்றும் பூசுதல் திடமிக்க தீ எதிர்ப்புவகைக்கு எரிசன் முறை (Erison process) பயனாகிறது. pH மதிப்பு நான்கினைக் கொண்ட டைட்டேனியம் மற்றம் ஆன்டிமனி ஆக்சிகுளோரைடு கரைசலில் துணியை நனைத்து, பின்பு சோடியம் கார்போனேட் கரைசலில் மிகை அமிலத்தை நடுநிலையாக்கி உலர்த்த வேண்டும். pH மதிப்பு குறைவாகவுள்ளமையால் செல்லுலோசின் மீது அமிலத்தின் பாதிப்பு கூடுதலாகி வலிவிழப்பு நேரக்கூடும். ராணுவ முகாம்களின் கூடாரங்களுக்கான துணிகள் இவ்வாறு சீர்செய்யப் படுகின்றன.

யூரியா, பாஸ்∴போரிக் அமிலம் ஆகியவற்றை இழைகளின்மீது ஏற்றியோ, மெசைல் செல்லுலோஸ், டொசைல் செல்லுலோஸ் போன்ற செல்லுலோஸ் வழிப்பொருள்களைத் தயாரித்தோ துணியின் தீ எதிர்ப்புக்கு வித்திடலாம். பருத்திக்கு டெட்ராகிஸ் ஹைட்ராக்சி மெத்தில் பாஸ்∴போனியம் குளோரைடு (பாஸ்∴பீன், ∴பார்மால் டிஹைடு, HCl ஆகியவற்றைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுவது சிறந்த தீ எதிர்ப்புப் பொருளாகும்.

துணியின் தீ எதிர்ப்புத் தன்மையை மதிப்பிடல். ஒரு புன்சன் எரிகருவியின் சுடருக்கு 2 செ.மீ. துணியின் விளிம்பு அமையுமாறு 30 x 6.25 செ.மீ. பரப்பளவு கொண்ட துணியைத் தொங்கவிட வேண்டும். சுடரின் உயரம் 4 செ.மீ. இருத்தல் தேவை. இதன் விளைவாகத் துணி 2 செ.மீ. சுடருக்குள் புகுத்தப்படுகிறது. 12 நொடிகள் எரிந்தபின்பு சுடர் அகற்றப்படுகிறது. சுடர் அணைந்த பின்பு தணலின் நீடிப்பு நேரம், கருகிய பகுதியின் நீளம் ஆகியன அளக்கப்படுகின்றன. தணல் நேரம் 2 நொடியும், கருகிய பகுதி நீளம் 9 செ.மீட்டரும் எல்லையளவுகளாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன.

எரிதல் விரைவு ஆய்வு. 15 x 1.25 செ.மீ. பரப்பளவு கொண்ட சிறு துண்டை 45^{0} கோணத்தில் நிலைநிறுத்தி, அதன் அடி விளிம்புப் பகுதியை நுண்ணிய எரிகருவியால் 1 நொடி கொளுத்தி, அம்மாதிரித் துண்டின் 12.5 செ.மீ. நீளத்தைக் கடப்பதற்குச் சுடர் எவ்வளவு நேரம் எடுத்துக்கொள்கிறது என்பதனைக் கணக்கிடுதல் வேண்டும்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணி சீர் செய்தல், பொது

தறியிலிருந்து வெளிவரும் துணியை அணிய ஏற்றவாறு செய்வதற்கான இயற்பியல் மற்றும் வேதி முறைகள் சீர்செய்தலில் அடங்கும். எனினும், சாயந்தோய்த்தலையும் அச்சிடலையும் மற்றச் சீர்செய்முறைகளிலிருந்து தனித்துப் பிரித்து அறிதலே வழக்கம். பல சீர்செய்முறைகளும் நுகர்வோரின் வசதிக்காகவும் மனநிறைவுக்காகவுமே மேற்கொள்ளப் படுகின்றன. சீர்செய்முறைகள் துணியில்

தோற்றப் பொலிவையும் நீடித்த உழைப்பையும் உறுதி செய்து, துணியின் மதிப்பைக் கூட்டுகின்றன. நூல் மற்றும் துணியின் பயனையொட்டிச் சீர்செய்முறைகள் அமைகின்றன. துணியின் மதிப்பீட்டிற்கு இன்றியமையாத இழைச் சிணுக்கு எண் (thread count) முதல் பல துகில் இயல்புகளும் சீர்செய்முறையின் அளவையும் வகையையும் பொறுத்தவையாகும். முதனிலைச் செயல்முறைகளான வெளுத்தல் (bleaching), மெருகேற்றம் (glazing), கஞ்சியிடல் (sizing), முன்கூட்டிச் சுருங்குதல் (pre-shrinking) ஆகியன சீர்செய்தலில் மைய இடம் பெறுகின்றன. பருத்தியைப் பேட்டிஸ்ட் (batiste), நைன்சூக் (nainsook), லான் (lawn) போன்ற மென்மையான துணிகளைப் போன்று மாற்றுவதற்கும், ஃபிளானலெட், டுவேடின் போன்ற இழைத் தோற்றம் கொண்டதாக்குவதற்கும், கேம்ப்ரிக் போன்ற விறைப்பான துணிகளாக்குவதற்கும், சின்ட்ஸ் (chintz) போன்று பளபளப்பாக்குவதற்கும் விரிவான முறைகள் உள்ளன.

சீர்செய்தல் முறைகளுள் பெரும்பாலானவை வேதி முறைகளாதலால், பல வேதிப் பொருள்கள் இத்துறையில் பயன்படுகின்றன. நெசவுத் தொழிலுக்காகவென்றே தனியாக ஏறக்குறைய 6500 வேதிப் பொருள்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. சீர்செய்தலில் பின்வரும் முறைகள் முதன்மையானவை. அவை நிலையான அல்லது திடமான மடிப்புக்கலையாமை (permanent or durable press), நீர் அல்லது எண்ணெயாலான கறை எதிர்ப்புத் தன்மை அல்லது விடுபடச் செய்தல், நிலை மின்னேற்றத் தடுப்பு (antistatics), நீர் மற்றும் எண்ணெய் ஒட்டவிடாமை, மென்மையாக்கம், நுண்ணுயிர் வளர்ச்சித் தடுப்பு (bacertiostatic), நுண்ணுயிர் அழிப்பு (bactericidal), சுருங்கல் தடுப்பு, உராய்வுத் தடுப்பு, சூழ்வெளித் தாக்கத் தடுப்பு (antiweathering), பிசிர் நீக்கம், அழுக்ககற்றம், அழுத்து மெருகேற்றம் (calendering), புடைப்புருவமேற்றம் (embossing), எடையேற்றம் (weighting), கஞ்சியிடல் , ஒளிர்வு கூட்டல் ஆகியன.

புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட துணியை விரிவான சீர்செய்தல் முறைகளுக்கு உட்படுத்துவதற்குமுன் சில முதனிலை நூல் அல்லது துணித் திருத்தங்கள் கையாளப்படுகின்றன.

முடிச்சு மற்றும் கிழிதல் கழித்தல். (burling and mending)**.** புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட துணிகளின் பரப்பில் பொதுவாகக் காணப்படும குறைபாடுகளைக் கைகளால் அகற்றலாம். இவ்வாறு துணிகளை ஆய்வு செய்தல் பறவைப் பார்வை (perching) எனப்படும். பருத்தி, கம்பளி, நூற்ற ரேயான் ஆகியவற்றிலிருந்து பிசிர், முடிச்சு, தளர் இழை (loose thread) ஆகியவற்றையும், ஓட்டை, கிழிசல், அறுந்த நூல், விடுபட்ட பாவு மற்றும் ஊடை நூல் ஆகியவற்றையும் நீக்க வேண்டும். காரிக்கன் துணிகளில் (gray goods) எண்ணெய், அழுக்கு, விதைப் பிசிர், கஞ்சிப் பொருள் ஆகியவற்றை அகற்ற வேண்டும். தொகுக்கப்பட்ட இழைகளைவிட இயற்கை இழைகள் மாசுறுவதற்கு வாய்ப்பு மிகுந்துள்ளமையால் அழுக்ககற்றம் இவ்வகைத் துணிகளுக்கே முதன்மை வாய்ந்தது. செல்லுலோசற்ற கூறுகளை விலக்குவதற்குப் பருத்திக் கார ...க்கரைசலால் கழுவப்படுகிறது. இங்குப் பயன்படும் மாசு நீக்கிகளுள் அல்கைலேற்றம் செய்யப்பட்ட நாஃப்தலீன் சல்ஃபோனேட் முதன்மையானது. கொழுப்புப் பொருள் கூடுதலாக இடம் பெறுவதால் பண்படாக் கம்பளி, பருத்தியைவிட அழுக்ககற்றம் தேவைப்படும் துணி வகையாகும். சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை கம்பளியை அழுக்ககற்றம் செய்வதற்குக் கார வகைச் சோப்புக் கரைசல் பயன்பட்டு வந்தது. இதனால் துணி கேடுறுவதை அறிந்து, தற்போது இவ்வகையில் சல்ஃபோ ஏற்றம் செய்யப்பட்ட ஆல்கஹால் இடம் பெறுகிறது.

அயனி வகையற்ற அல்க்கைல் ஃபீனால் - எத்திலீன் ஆக்சைடு தொகுப்பு மாசு நீக்கிகள் கார வகைப் பொருள்களை இத்துறையில் தவிர்க்கும் பொருட்டுக் கம்பளிக் கழுவலில் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. நடுநிலை நீர்மங்களிலும் இம்மாசு நீக்கி பயன்படுத்த ஏற்றதாதலின், அழுக்ககற்றமும், சாயமேற்றமும் தொடர்ந்து செயல்படுத்தப் படுகின்றன. பட்டுத் துணியை அழுக்ககற்றம் செய்யும் போபட்டின் கோந்துப் பொருளான செரிசின் அகற்றப்பட்டு, இழைப் புரதமான ஃபைப்ராயின் பாதிப்புறாது காக்கப் படுகிறது. கம்பளியைப் போன்றே பட்டும் ஓர் அமைடு வகை இழையாதலால், காரத் தன்மை மிகுந்த கரைசல்களினால் நிலையிறக்கம் செய்யப்படுகிறது. தற்போது நொதிகள் இத்துறையில் பயனாகி வருகின்றன.

ஆயத்தநிலை நிற நீக்கம் அல்லது வெளுத்தல் (preliminary bleaching) **.** லினனின் பழுப்புக் காவியைப் (tan) போன்ற இயற்கை நிறங்களைத் துணிகளிலிருந்து

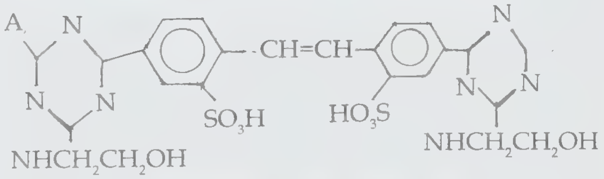
அகற்றுதல் துணி அல்லது இழைகளுக்கு வெண்மையூட்டும். ஆக்சிஜன் அல்லது ஆக்சிஜனேற்றிகளைப் பயன்படுத்தி நிறத்தை ஆக்சிஜனேற்ற முறையில் நீக்கலாம் அல்லது குறைப்பான்களைப் பயன்படுத்தி ஹைட்ரஜனேற்ற முறையில் நீக்கலாம். செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகளைப் பருத்தி போன்றவற்றைச் சூடுபடுத்தப்பட்ட காரமேற்றப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு கரைசலில் அமிழ்த்தலாம். கம்பளி போன்ற விலங்கின இழைகளை (புரத இழைகளை) சல்ஃபர் டைஆக்சைடு போன்ற அமில வகைக் குறைப்பான்களாலோ, சன்னமான காரம் கலந்த ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடினாலோ நிறநீக்கம் செய்யலாம். வெளுக்கும்போது நிலவ வேண்டிய கரைசலின் pH மதிப்பு இழையின் தன்மையைப் பொறுத்தது.

பொதுவாக, பருத்தித் துணி வெளுத்தலில் pH வரம்பு 10 - 11 ஆகவும் , கம்பளித் துணிக்கு 7.2 - 7.4 ஆகவும் உகப்பு நிலை அறியப்பட்டுள்ளது. அசெட்டேட் வகை ரேயான் துணி காரப் பாதிப்புக்குட்படுமாகையால், அத்துணியை pH 8.5 - 9.5 வரம்பில் ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலைக் கொண்டு நிறநீக்கம் செய்யலாம். பருத்தி, கம்பளி இரண்டுக்குமே பைரோபாஸ்ஃபேட் மற்றும் சிலிக்கேட் தாங்கு கரைசல்கள் பயன்படுகின்றன. அசெட்டேட் ரேயானுக்குச் சல்ஃபா ஏற்றம் செய்யப்பட்ட ஆல்கஹால் ஏற்றது. விஸ்கோசும், குப்ரம்மோனியம் ரேயானும் நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமில ஊடகத்தில் சிலிக்கேட் மற்றும் சல்ஃபா ஏற்றமுற்ற ஆல்கஹால் ஆகிய தாங்கு கரைசல் முன்னிலையில் வெளுக்கப்படுகின்றன. pH மதிப்பு 10.2 இல் சோடியம் பெர்போரேட்டைப் பயன்படுத்தியும் நிறநீக்கம் செய்யலாம்.

காரவினையாக்கம் (mercerisation). தோற்றப் பொலிவு, பளபளப்பு, வலிமை மற்றும் சாயப் பொருளுக்கு நாட்டம் ஆகிய இயல்புகளைத் துணிகளுக்கு, குறிப்பாகப் பருத்தி மற்றும் பருத்திக் கலவைத் துணிகளுக்கு ஏற்றுவதற்கு இம்முறை வகை செய்கிறது. இழை அல்லது நெய்யப்பட்ட துணி என இரு கட்டங்களிலும் இம்முறையைச் செயல்படுத்தலாம். 1851 இல் ஜான் மெர்சர் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட இம்முறையில் பருத்தித் துணியை, இழுத்த நிலையில் 15 - 20% NaOH கரைசலில் அமிழ்த்தினால், பளபளப்பு கூடுகிறது. இழுவிசைக்குட்படுத்தப்படும் இழைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துப் பளபளப்பு அமைவதால், மெல்லிய இழைகளையோ, திருப்பி முறுக்கப்பட்ட தடித்த இழைகளையோ இம்முறைக்கு உட்படுத்துதல் சிறந்த பயன்தரும்.

கறை குறைப்பு (soil retardation). கறையிலிருந்து விடுபடும் தன்மை என்பது, உடலிலிருந்து வெளிப்படும் கொழுப்புப் பொருள்களையும், தூய்மையற்ற காற்றிலிருந்து தூவப்படும் தூசுகளையும் விலக்கும் இயல்பாகும். நீர் மற்றும் எண்ணெய்களில் கரைந்த நிலையிலுள்ள பொருள்களும் கறையைத் தோற்றுவிக்கலாம். ஃபுளூரோகார்பன் வகைப் பூச்சு அளிக்கப்பட்ட துணிகள் சலவை செய்யும்போது கறையை ஏற்பதில்லை. இதற்கான மற்றொரு வேதி அமைப்பு எத்தில் அசெட்டேட் - அக்ரிலிக் அமிலக் கலவையாகும். நிலையான விறைப்பூட்டும் அமைப்புடன் இப்பொருளையும் கலந்து பதனிட்டால் துணியின் வலிவு கூடுகிறது. கம்பள விரிப்புகளில் கறைநீக்கம் செய்வதற்குக் கூழ்மநிலைச் சிலிக்கா அலுமினாவும் பயன்படும்.

ஒளிர்வூட்டம். சூரிய ஒளியிலுள்ள புற ஊதாக் கதிர்கள் துணியின் பரப்பைத் தாக்குவதால் வெள்ளைத் துணிகள் சற்றே அல்லது இளமஞ்சள் நிறத்தையடைகின்றன. இதனைத் தடுக்கும் நோக்கத்துடன் ஸ்டில்பின் வழிப் பொருள்கள் துணியில் ஏற்றப்படுகின்றன.



A= அமினோ எச்சத் தொகுதிகள்

அமின் பகுதியில் சல்ஃபோ அல்லது அல்க்காக்சி தொகுதிகளை இடம் பெறச் செய்யலாம். இப்பொருள்கள் புற ஊதாக் கதிரில் ஒளிர்வதால், இவ்வொளி துணியைப் பாதிக்காமல் தடுப்பதுடன் துணியே ஒளிர்வது போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கும். கிளர் ஒளிதரும் இப்பொருள்களின் ஆற்றல் குறையக் குறைய, துணியில் சற்றே நிறமாற்றம் தோன்றக்கூடும். இதனை ஈடுசெய்யும்பொருட்டுச் சலவை செய்யும்போது மீண்டும் கிளர் ஒளிதரும் பொருள்களைத் துணி நனைக்கும் நீரில் கலக்கலாம்.

தொட்டு உணரும் தன்மைகளை அமைத்தல் (tactile qualities). தொடு உணர்வில் வேறுபாடுகளையும், துவளும் தன்மைகளையும் (drape) ஏற்றுவதற்கு மென்மையூட்டல், கஞ்சியிடல், எடையேற்றம், பின்னித்

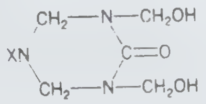
துருவல் (fulling or felting and milling) ஆகிய செயல்முறைகள் வழக்கிலுள்ளன. டெக்ஸ்டிரின், கிளிசரின், சல்∴பா ஏற்றம் செய்யப்பட்ட எண்ணெய், ஆல்கஹால் மற்றும் விலங்கினக் கொழுப்பு (tallow) ஆகியன மென்மையூட்டிகளாகப் பயன்படுகின்றன. இவ்வேதிப் பொருள்கள் பருத்தியின் பரப்பைப் பட்டைப் போன்று மென்மையாகவும் வழவழப்பாகவும் மாற்றுகின்றன. கொழுப்பு அமிலங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட நான்கிணைய அம்மோனியம் உப்புகளைச் (quarternary ammonium salts) சார்ந்த பொருள்களை மென்மையூட்டிகளாகப் பயன்படுத்தினால், புதுவகைத் தொகுப்பு ரெசின்களைக் கொண்ட இழைகளின் கடினத்தன்மையை ஈடு செய்ய இயலும். ஈரியல்புத்தன்மை கொண்ட (amphotericity) செரோனின் AT-இன் செயற்பாட்டுத் திறன் பரந்த pH வரம்பு மாற்றத்தினாலும் பாதிப்புறுவதில்லை. மற்ற மென்மை யூட்டிகளால் திருத்தப்பட்ட துணிகள் உயர் வெப்பநிலையில் மஞ்சள் நிறமடைகையில், செரோனினால் சீர் செய்யப்பட்ட துணியில் இக்குறைபாடு தோன்றுவதில்லை. ஹைட் ரோகார்பன் அல்லது கொழுப்பியல் பகுதி துணியின் பக்கம் நிலைத்து நிற்கிறது. இத்தொகுதியின் நிலைப்பே மென்மைக்குக் காரணமாகிறது.

பெரும்பாலான துணிப் பரப்புகள் எதிர்மின்னேற்றம் கொண்டவையாதலால் நேர்மின் வகை மென்மையூட்டிகள் செயற்பாட்டுத் திறன்மிக்கவையாக உள்ளன. பருத்தி மற்றும் விஸ்கோஸ் போன்ற இயற்கை அல்லது பகுதித் தொகுப்பு இழைகளை முழுத் தொகுப்பு இழைகளுடன் கலப்பு நிகழ்த்துதல் மென்மையூட்டும் முறைகளிலேயே மிகவும் சிறந்ததாகும். ஏனெனில், மென்மையூட்டத்தைத் தேவையான அளவுக்கு நிகழ்த்துவதற்கு இம்முறை மட்டுமே ஏற்றது. பருத்தியை அக்ரிலன், ஆர்லான் போன்ற தொகுப்பு இழைகளுடன் கலப்பினமாக்கினால் மென்மயிர்க் குஞ்சத் துணிகளை (furs) ஒத்த செயற்கைத் துணிகளை உருவாக்கலாம்.

மடிப்புக் கலையாமை. இச்சீர்செய் முறையினால் துணியின் வடிவமைப்புத் தேக்கம் (shape retention), தையல் மடிப்பு நிலைப்பு (permanent pleat) புது மடிப்பு ஏற்காமை, சன்னமான அடுக்கிடைக்கோடுகள் ஏற்றம், சுருக்கத்திலிருந்து எளிதில் விடுபடல் மற்றும் பொதுவாக இஸ்திரியின்றியே புதுப் பொலிவுடன் பளிச்சிடல் ஆகிய தன்மைகள் கூடுகின்றன. இயற்கை இழைகளுடன் வெப்பத்தால் இளகவல்ல இழையைக் கலப்பினமாக்கி இந்நோக்கத்தை நிறைவேற்றலாம். பருத்தியுடன் நைலானைக் கலக்கலாம். ஆடையின் தன்மைக்கும் இழையின் தன்மைக்கும் தக்கவாறு கலப்பின விகிதம் அமைக்கப்படுகிறது. இக்கலப்பினத் துணி உலர்த்தப்பட்டு, பதப்படுத்துதலைக் கலப்புக்கு முன்போ (precuring), பின்போ (post curing) நிகழ்த்தலாம். நனைத்து உலர்த்தி உடுத்தும் வகையைச் (wash and wear) சார்ந்த துணித் தயாரிப்பும் முன்பதனிடல் முறையை ஒத்ததேயாகும். இரு முறைகளுக்கும் இடைப்பட்ட வேறுபாடுகள் கீழ்க்காணும் காரணிகளில் மாறுபடுகின்றன.

குறுக்குப் பிணைப்புக்காகப் பயன்படும் ரெசினின் தன்மை, அதன் அளவு, வினையூக்கியின் தன்மை மற்றும் அழுத்த அளவு, பின் பதனிடு முறையின் துணித் தயாரிப்பு நிலையில் புகுத்தப்பட்ட ரெசின் உடையாக மாறிய பின்பு பதப்படுத்தப்படுகிறது. இக்கலப்பில் இடம் பெறும் பாலிஎஸ்ட்டர் மற்றும் பிறவகை வெப்பத்தால் நெகிழவல்ல இழைகள் அறை வெப்பநிலைக்கு ஏறக்குறைய 10^{0}C உயர் வெப்பநிலையில் பதனிடப்பட வேண்டும். எப்பாக்சி அல்லது மெலமின் ரெசின்களைக் கலந்து சுருக்கத்தைத் தவிர்க்கலாம். மடிப்புக் கலையாமைப் பண்பை ஏற்றுவதற்கு உள்ளூட்டக் கலவையாக (impregnation formulation) 25% டைமெத்தில் டைஹைட்ராக்சி எத்திலீன் யூரியா ரெசின், 5% வினையூக்கி, 2-3% மென்மையூட்டி, 0.25% நனைப்பூட்டி (wetting agent) ஆகியன அளிக்கப்படுகின்றன. இக்கலவையில் நனைத்த துணியை 160^{0}Cஇல் 2 அல்லது 3 நிமிடங்கள் உலர்த்த வேண்டும். சாயமேற்றப்பட்ட துணிகளுக்கு இக்கலவை பயன்படுகிறது. சாயமேற்றப்படாத துணிகளுக்கு 25% கார்பமேட் ரெசின் துத்தநாக நைட்ரேட்டுடன் பயன்படுகிறது. பருத்தியைவிட ரேயானும் கம்பளியும் படிகத்தன்மை குறைவாகக் கொண்டுள்ளமையால் ரெசின் உள்ளூட்டமும் குறுக்குப் பிணைப்புத் தோற்றமும் பருத்தியில் எளிதாகின்றன. இத்துறையில் முதன்முதலாக யூரியா ∴பார்மால்டிஹைடு ரெசின்கள் பயனாயின. நீரியக் கரைசல் நிலையில் புகுத்தப்பட்டு, பின்பு வெப்பவகைப் பல்லுறுப்பாக்கத்தால் மீண்டும் கரையாது தடுக்கப்படுகிறது. வீட்டுச் சலவையில் துணிமீது அமையும் குளோரினை யூரியா - ∴பார்மால் ரெசின் இருத்தி வைக்கிறது. இஸ்திரி செய்யும்போது இக்குளோரின் வேதி வினையுற்று HCl அமிலமாக மாறக்கூடும். இவ்வமிலம் பருத்தியின்

செல்லுலோஸ் பிணைப்புகளைக் கத்தரித்துவிடக்கூடும். இவ்வகையில் மெத்திலேற்றம் செய்யப்பட்ட யூரியா ரெசினும் மெலமின்-ஃபார்மால்டிஹைடு ரெசினும் சிறந்தவையாகும். அண்மைக் காலத்தில் டிரையசோல் வகைப் பொருள்கள் வணிக அளவில் புகழ் பெற்றுள்ளன. இவற்றின் பொது வாய்பாடு:



X = அல்க்கைல் தொகுதி அல்லது இரு மெத்திலீன் தொகுதிகளால் பிணைக்கப்பட்ட மற்றொரு டிரையசோன் அமைப்பு. மெத்தாக்சி அமீன் தொகுதிகளும் இவ்வமைப்பில் இடம் பெறலாம்.

யூரியா தொடர்புப் பொருள்களுள் முதன்மையானவை: டைஹைட்ராக்சி எத்திலீன் யூரியா, டைமெத்திலால் டைஹைட்ராக்சி எத்திலீன் யூரியா, N,N - டைமெத்திலால் எத்தில் கார்பமேட் மற்றும் யூரன்

டிரையசோன் வழிப் பொருள்களின் பெரிய குறை அவை மெல்ல மெல்ல நீராற்சிதைவு அடைவதேயாகும். எப்பொருளைப் பயன்படுத்தினும் பதனிடும் கால அளவு, திண்ம அடக்கம், வெப்பநிலை, வினையூக்கியின் அளவு ஆகிய துணையலகுகளை மிகுந்த கவனத்துடன் கட்டுப்படுத்த வேண்டும், சுருக்கம் தோன்றாமையை ஊக்குவிக்கப் புகுத்தப்படும் ரெசின் பொருளின்மீது ஒளியைப் பாய்ச்சிக் குறுக்குப் பிணைப்புகளை உருவாக்கும் முறை தற்போது செயலாக்கப்படுகிறது. பதனிடும் கட்டத்தை இவ்வாறு தவிர்க்கலாம். குளோரின் நாற்றத்தைத் தேக்கிவைக்காத சீர்செய்தல் முறைக்கு எப்பாக்சிகள் தக்கவையாகும்.

வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தாமலும் சுருக்கத் தவிர்ப்பு நிகழ்த்தலாம். அழுத்தமேற்றிச் சுருக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறையின் நோக்கம் தறியில் நெசவின்போது துணி நீட்டப்படுதலைக் குறைத்தலாகும். இதன் விளைவாக 1 ச.மீட்டரில் இடம் பெறும் பாவு நூல்கள் மற்றும் ஊடை நூல்களின் எண்ணிக்கை கூடுதலாகிறது. இதனால் துணியின் திடமும், மென்மையும், பளபளப்பும் கூடுகின்றன. துணிமீது நீர் தெளித்து, சூடாக்கப்பட்ட ரப்பர் அல்லது கம்பளிப் பின்னலால் மூடப்பட்ட உருளைமீது அழுத்த வேண்டும். துணித் தயாரிப்பாளர் துணி ஆடையாக மாற்றப்படும்போதும், உடுத்தப்படும்போதும் எவ்வளவு விழுக்காடு சுருக்கம் எஞ்சியிருக்கும் என அறிவிக்க வேண்டும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. கம்பளியின் சுருக்கக் கட்டுப்பாட்டு முறையில் குளோரின் பயன்படுகிறது. இதனால் கம்பளிக்கே இயல்பான செதிள்கள் அழிக்கப்பட்டு,அதன் பின்னல் இயல்பு (felting tendency) குறைக்கப்படுகிறது. பின்னுதலால் விளையும் சுருக்கத்தைக் குறைப்பதற்கு நொதிகளும் பயன்படுகின்றன. இத்துறையில் தற்போது எலெக்ட்ரான் முடுக்கி (electron accelerator) எனும் அமைப்பு உருவாகியுள்ளது. இதன்படி துணியின் மீது அயனி வீச்சு நிகழ்த்திப் பதனிடப்படுகிறது. இது வேதி முறையைவிட விரைவும், தூய்மையும், துல்லியமும் கூடுதலான முறையாகும். செல்லுலோஸ் சங்கிலிகளில் தோன்றும் கிளைச் சங்கிலிகள் அயனிக் கதிர்வீச்சின் தாக்கத்தால் குறுக்குப் பிணைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. முன் கிளர்வு (presensitizing) எனும் உத்தி, கம்பளிகளையும் பருத்திக்கு இணையாக நிலையான மடிப்புக் கொண்டவாறு ஆக்கவல்லது. கம்பளியை எத்தனால் அமீன் சல்ஃபைட்டின் நீரியக் கரைசலில் நனைத்து உலர்த்தினால், சலவை, மடிப்புகள் மாறாமலும், சுடுநீரில் நனைத்தாலும் கூட மடிப்புக் கலையாமலும் இருக்கும்.

சீர்செய் முறையில் தற்போது வினைல் வளைய ஹெக்சேன் டைஆக்சைடு, திருத்தப்பட்ட கிளைக்கால் அசெட்டால், டிரிஸ் - (1-அசிரிடினைல்) பாஸ்ஃபீன் ஆக்சைடு ஆகியன முன்னணியில் உள்ள வேதிப் பொருள்களாகும். செல்லுலோசைச் சீர்செய்வதற்குச் செல்லுலோஸ் குறுக்குப் பிணைப்பையே தற்போது புகுத்த முற்படுகின்றனர். தீ எதிர்ப்பு இயல்பை ஊட்டுவதற்குப் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம், யூரியா, டெட்ராகிஸ் (ஹைட்ராக்சி மெத்தில்), பாஸ்ஃபோனியம் ஆக்சைடு ஆகியன புகுத்தப்படுகின்றன.

தொகுப்பு வகை இழைகளான நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக் ஆகியன நிலை மின்னேற்றத்தைச் சேகரித்து, அதன் விளைவாக ஒட்டுதல் தன்மையும் சிடுக்காதல் தன்மையும் (tangling) பெறுகின்றன. மென்மையூட்டிகளைச் சலவைத் தூளில் சேர்த்து இவ்வியல்பைப் போக்கலாம். நீர் மற்றும் ஈர நாட்டம் கூடுதலாகக் கொண்ட பருத்தித் துணியில் நிலை மின்னேற்றக் குவிப்பு மிகுதியாக நிகழ்வதில்லை (சூழ்வெளியில் ஈரப்பதன் கூடுதலாக ஆக நிலை மின்னேற்றக் குவிப்பு இயல்பு குறையும்).

பூசணம், பாக்டீரியா (பொதுவாக வேர்வையிலிருந்து துணிக்கு மாறுவது) ஆகியவற்றைத் தவிர்க்க முதற்படியாகத் துணி நன்கு உலர்ந்திருத்தல் தேவை. நீர் உட்புகவிடாத்

தன்மை ஏற்றுவதற்குப் பாரபீன், நீரில் கரையா உலோக உப்பு, உலர் எண்ணெய், நிலக்கீல் ஆகியவற்றின் உள்ளூட்டம் தேவைப்படுகிறது. மழை உடை, குடை ஆகியவற்றின் நுண்துளை அடைப்புக்கு இப்பொருள்கள் ஏற்றவை. நீர் விலக்கும் மெழுகு, ரெசின் கலவை, அலுமினியம் உப்பு, சிலிக்கோன், ஃபுளூரோகார்பன் ஆகியன துணியின் பரப்பில் நுண்துளைகளை அடைப்பதில்லை யாதலால், இப்பொருள் களால் உள்ளூட்டம் செய்யப்பட்ட துணிகளை உடுத்தும் போது புழுக்கம் ஏற்படுவதில்லை.

கஞ்சியிடல் முறையில் ஸ்டார்ச், ஊன்பசை, வஜ்ஜிரம், கேசீன், களிமண் ஆகியன பருத்தி வகைத் துணிகளின்மீது இடப்படுகின்றன. செயற்கை நூல்களுக்குப் பாலிவினைல் ஆல்கஹால் போன்ற நீரில் கரையும் பல்லுறுப்பிகள் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன. கஞ்சி நீக்கம் (desizing) எனும் மிகைக் கஞ்சி நீக்கமுறையை நொதி கொண்டோ வேதி முறையிலோ நிகழ்த்தலாம். ஊன்பசை வகைக் கஞ்சியை அகற்றுவதற்கு pH வரம்பு 6-9 இல் ஜெலடேஸ் என்னும் நொதியைப் பயன்படுத்தலாம்.

உராய்வுத் தடுப்புப் பொருள்களும் மசகுப் பொருள்களும். நூற்றலின்போது இழைகளுக்கு இடைப்பட்ட உராய்வு குறைவாக இருத்தல் நலம். நூற்றல் நிகழும் பகுதியில் ஈரப்பதத்தைத் தக்கவாறு கட்டுப்படுத்தலாம், சில எண்ணெய்களைத் தெளிப்பதாலும் இதனை உண்டாக்கலாம். தட்பவெப்பக் காப்புமுறையில் (weather proofing) தாமிர நாஃப்தினேட் பயனாகிறது.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணிச் சோதனைக்கான மாதிரிக் கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

ஒரு பொருளின் மொத்த அளவில் ஒரு சிறு பங்கை ஆய்வுக்காக எடுத்துக் கொண்டால், அச்சிறு பங்கு மாதிரிப் பொருள் (sample) எனப்படும். பொருள் மொத்தத்தையும் எடுத்துக்கொள்ளாது ஒரு சிறு பகுதி மட்டுமே ஆய்வுக்காகப் பயன்படுத்துதலுக்கு முதன்மையான காரணம் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் நேரம் மற்றும் ஆய்வினால் பொருள் மாற்றமும் சிதைவுறுதலாகும்.

மொத்தப் பொருளுடன் ஒப்பிடுகையில் மாதிரிப் பொருளின் அளவு எவ்வளவு சிறியது என்பதைச் சுட்டுவதற்குக் கீழ்க்காணும் எடுத்துக்காட்டு உதவும். ஏறத்தாழ 500 பவுண்டு நிறை கொண்ட பொதியொன்றைப் பருத்தி வெட்டிழை நீளம் கணக்கிடும் ஆய்வுக்குட்படுத்த வேண்டியிருப்பின், ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் மாதிரியின் நிறை 20 மி.கிராமுக்கும் மிகாது.

பொதியின் நிறை (மி.கி. இல்) = 500 x 453.6 x 1000

= 226,800,000

மாதிரிப் பொருளின் நிறை (மி.கிராமில்) = 20

$$\frac{\text{மாதிரிப் பொருள் நிறை}}{\text{பொதி நிறை}} = \frac{20}{226,800,000} = \frac{1}{11,340,000}$$

எனவே பொதியின் நிறையின் பதினோரு மில்லியனில் ஒரு பங்கு பொதி முழுதுக்குமே பதிலியாகிறது.

மாதிரிக் கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறைகள் பெரும்பாலும் பின்வரும் காரணிகளினால் பாதிக்கப் படுகின்றன. அவை; பொருளின் வடிவம், கிட்டும் (பொருளின்) அளவு, ஆய்வின் தன்மை, ஆய்வுக் கருவியின் வகை, தேவைப்படும் தகவல் (துணையலகு), தேவையான துல்லியத்தின் அளவு என்பன. குறிப்பிட்ட தனியான சில ஆய்வுகளின் தடை வரம்புகளைத் தவிர்த்தால், பெரும்பாலான மாதிரிக் கூற்றுத் தேர்வுமுறைகளின் அடிப்படைக் கொள்கை இயைபிலா மாதிரி (random sample) தேர்ந்தெடுத்தலாகும். ஒரு புறச் சார்பு (bias) இராதிருத்தல் மிகமிகக் கட்டாயத் தேவையாகும்.

இயைபிலா மாதிரி. முழுமைத் தொகுதியில் (population) இடம்பெறும் ஒவ்வொரு தனிமியும் (individual) இயைபிலா மாதிரியின் பகுதியாவதற்குத் தகுதி பெறுகிறது. முழுமைத் தொகுதியிலுள்ள தனி உறுப்புகளின் மாறுபாடுகள் யாவற்றையும் உள்ளடக்கக்கூடிய அளவுக்கு மாதிரியின் உறுப்பு எண்ணிக்கை பெரிதாக இருத்தல் தேவை. முழுமைத் தொகுதியின் அனைத்து இழைகளுக்கும் பதிலி இடம்பெறுவதற்குச் சமவாய்ப்புக் கொண்ட மாதிரியை எண்ணியைபு மாதிரி (numerical sample) என்பர். மிகச் சரியானதோர் எண்ணியைபு மாதிரியில் நீளமான, இடைநிலையான மற்றும் சிறிய இழைகளுக்கிடையேயான எண்ணிக்கை விகிதம் முழுமைத் தொகுதியிலுள்ளதைப் போன்றே இருக்கும். இத்தகைய உயர் சரிநிலை (perfection) நடைமுறையில் ஏற்படுவதில்லை. எனவே, வரையறுக்க வியலாப் பிழையுடன் கூடிய இயைபிலா மாதிரியே பொதுவாகப் பயன்படக்கூடியதாகும்.

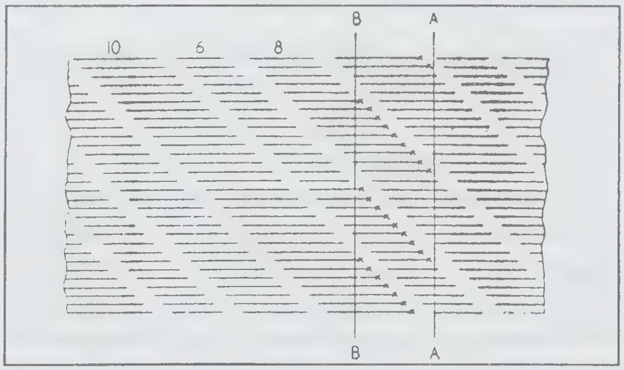
ஒருபுறச் சார்பு மாதிரி. மாதிரிக் கூறு தயாரிப்புக்கான தனித் தேர்வில் நிகழ்தகைவைத் தவிர வேறு காரணிகள் கருதப்பட வேண்டியிருப்பின், மாதிரிக் கூறு மொத்தத்தை மெய்யாக எதிர்பலிக்காது. இந்நிலையில் மாதிரிக்கூறு ஒருபுறச் சார்பு மாதிரி எனப்படுகிறது. தனிப் பகுதிகளின் இயற்பியல் பண்புகள், மாதிரிக்கூறைத் தேர்வு செய்பவரின் சார்புநிலை, அவரால் அவரறியாமலே புகுத்தப்படும் சார்பு எனப் பல வகைகளிலும் தற்சார்பற்ற நிலைமை குலைந்துவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, சிறப்பான முறைகளைக் கையாண்டாலன்றிச் சிறு இழைகளைவிட நீளமான இழைகள் தேர்ந்தெடுப்பதற்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகும். இது நீண்ட இழைகளின் இயற்பியல் தன்மையால் விளையும் சார்பு சாய்வு ஆகும். ஆய்வாளர் ஒரு நூல்கண்டுப் பெட்டியிலிருந்து மேல்புறத்தில் இருக்கும் பத்துக் கண்டுகளை மட்டும் அவசரத்திலோ, பொறுமையின்றியோ, பயிற்சியின்றோ எடுக்கலாம். மேல்தட்டிலுள்ள கண்டுகள் மட்டும் எடுக்கப்படுவதற்கு அவற்றின் இருக்கை வசதியே (ஆய்வாளரின் இருக்கைக்கு அண்மை) இங்கு ஒருபுறச் சார்புக்கு வித்திடுகிறது. முற்றும் உணராத (subconscious) நிலையில் ஆய்வாளர் முண்டு முடிச்சற்ற, ஒட்டடையற்ற கூம்புகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதையே வழக்கமாகக் கொண்டிருக்கக்கூடும்.

ஆய்வு முடிவுகளில் சார்பு சாய்வின் பதிப்பு புறக்கணிக்கத்தக்கதாகவோ, கருதத்தக்கதாகவோ இருக்கக் கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு குறிப்பிட்ட இழை வகையின் வேதிவகைப் பாதிப்பைப் பற்றிய ஆய்வில் மாதிரி இழைகளுள் நீள வேறுபாடுகள் இருப்பினும் இராதிருப்பினும் ஒன்றே. மாறாக, இழை நீளத்திற்குத் தொடர்புடைய பண்புகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளுக்கு மாதிரிக்கூறின் நீளப் புறவகைச் சார்பு முற்றிலும் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். கம்பளியில் நீளிழைகள் சிற்றிழைகளைவிடக் கரடுமுரடான பரப்புக் கொண்டவை. எனவே, நுண்மை பற்றிய ஆய்வில் மாதிரிக் கூறில், நீளப்புறச் சார்பு முடிவுகளில் எதிர்பலிக்கும்.

இழைத் தன்மைகளைத் தீர்மானிப்பதற்கான மாதிரிக்கூறு தயாரித்தல். ஆய்வுக்கான இழை தேர்ந்தெடுப்பதற்கான மாதிரி முறை, இழை எவ்வடிவில் கிடைக்கிறது என்பதைப் பொறுத்ததாகும். கட்டு (பொதி) புரி, சீராக்கப்பட்ட இழைவலை (card web), நூல் என்னும் வகைகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் தனித்தனி உத்திகள் உள்ளன. இங்குத் தோன்றக் கூடியன இயைபிலாப் பிழை, ஒரு புறச் சார்பு பிழை என இருவகைப்படும்.

இழை மாதிரிக்கூறு தேர்ந்தெடுத்தலில் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய முதன்மையான தேவை இழைகளை நன்கு கலத்தலாகும். இழுப்புச் சட்டத்திலுள்ள இழைபுரியிலுள்ளது போன்று இழை மொத்தத் தொகுதி நன்கு கலக்கப்பட்டிருப்பின், மாதிரிக்கூறைப் பொதியின் எப்பகுதியிலிருந்து வேண்டுமானாலும் தேர்ந்தெடுக்கலாம். பகுதிக்குப் பகுதி இயைபு மாறுபாடு கொண்டுள்ள பொதியில் மாதிரிக்கூறுகளைப் பல பகுதிகளிலிருந்து எடுத்தல் வேண்டும். இதற்கு மண்டலச் சீராக்கல் (zoning) எனப்பெயர்.

நீளமும் நீள் பாதிப்பும் கொண்ட மாதிரிக் கூறுகள். இழைபுரியின் அச்சுக்கு இணையாக அமைந்துள்ள இழைத்தொலைவு அவ்விழையின் நீள் அளவு (extent) ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட இழை ஒரு புரியிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு, மாதிரிக்கூறில் சேர்க்கப்படுவதற்குள்ள வாய்ப்பு அதனுடைய நீள் அளவுக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். சிறப்பான மாதிரி முறைகளைச் செயல் படுத்தினாலன்றி, அது நீள் அளவு சார்பு கொண்டதாகவே இருக்கும். பெரும்பாலும் நீளமான இழைகளுக்கு நீள் அளவும் கூடியதாயிருக்கும். இழைபுரியின் அச்சுக்கு இணையான 6-, 8- மற்றும் 10- அலகு நீளங்களைக் கொண்ட இழைகளை உள்ளடக்கிய முறையான இழைபுரியொன்று படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1

A-A என்னும் நேர்கோட்டில் குறுக்கிடும் இழைகள் யாவற்றையும் தேர்ந்தெடுப்பதாகக் கொள்ளலாம். 6 அலகு நீளங்கள் கொண்ட இழைகள் ஆறும், 8 அலகுகள் நீளம் கொண்ட இழைகள் எட்டும், 10 அலகுகள் நீளம் கொண்ட

இழைகள் பத்தும் இம்மாதிரியில் இடம்பெறும். இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட குறுக்குவெட்டுப் பரப்பைக் குறுக்கே கடக்கும் இழைகளைக் கொண்ட மாதிரி வில்கின்சன் கொண்டை (Wilkinson's tuft) எனப்படும்.

வில்கின்சன் என்பார் பருத்தி இழை மாதிரித் தேர்வுக்குப் பயன்படுத்திய வழிமுறையை டௌன் எண்ட் என்பார் கம்பளிக்குப் பயன்படுத்தினார். பிறழ்ச்சியற்ற (unbiased) மாதிரியைத் தயாரிப்பதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட கொள்ளளவில் (volume) முனைகளைக் கொண்ட இழைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். படத்தில் AA கோட்டையும் தாண்டி நிற்கும் இழைகள் யாவற்றையும் சீப்பைக் கொண்டு வாரி அகற்றிவிடுவதாகக் கொள்ளலாம். AA என்னும் கோட்டை BB என்னும் நிலைக்குப் பின்தள்ளுவதாகக் கொள்ளலாம். தற்போது BB என்னும் கோட்டைத் தாண்டும் இழைகள் யாவும் $\frac{AA}{BB}$ என்னும் கொள்ளிடத்தில் முடிவுறுகின்றன. இவை யாவற்றையும் சீப்பைக் கொண்டு தனியாகப் பிரித்து, நீளங்களின் அடிப்படையில் தொகுதிகளாகப் பிரித்தால், 6-,8-,10- நீளத்தொகுதிகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்பது இழைகள் உள்ளமை தெரியவரும். மாதிரிக் கூறுக்கான இழைகளைப் பொறுக்கி எடுப்பதில் இழைநீளம் என்னும் துணையலகு எவ்விதப் பாதிப்பையும் தோற்றுவிக்கவில்லை. எனவே, இம்மாதிரிக் கூறு ஒரு பிறழ்ச்சியற்ற மாதிரியாகும். எவ்விழைத் தொகுதியில் இழைகள் யாவும் ஏறத்தாழ இணையாக அமைந்துள்ளனவோ, அங்கெல்லாம் மாதிரிக்கூறு உருவாக்கத்தில் இக்கொள்கை பின்பற்றப் படுகிறது.

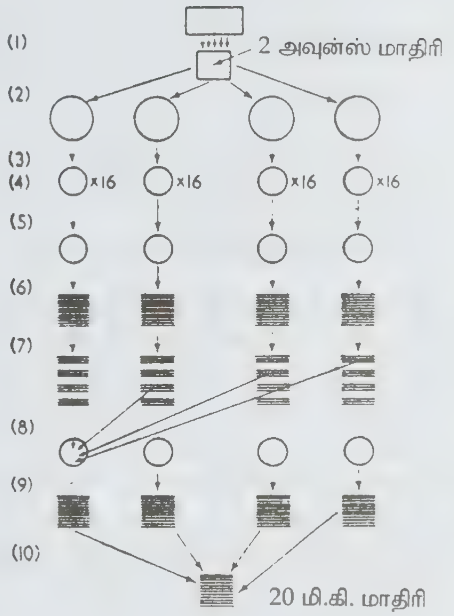
வடிவொழுங்கு வழிமுறை (squaring technique). இழைபுரியைப் பிரித்து ஒரு வலைபோல் உருவாக்கி ஒரு கறுப்பு வெல்வெட் அட்டையின்மீது வைத்து, புரியின் ஓரங்களைச் சரிசெய்தல் வேண்டும். இதற்கென இழைபுரியின்மீது ஒரு கண்ணாடித் தகட்டை வைத்து, தகட்டின் விளிம்புகளுக்கு அப்பால் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் இழைகளைக் கத்தரித்து அகற்றிவிட வேண்டும். தகட்டைச் சற்றே பின்னுக்குத் தள்ளி, மீண்டும் நீண்டிருக்கும் குஞ்சங்களை வெட்டிவிட வேண்டும். கண்ணாடித் தகடு இழைபுரிகளுக்குள் மிக நீண்ட புரியின் நீளத்தைவிடக் கூடுதலான நீளத்திற்கு நகர்த்தப்படும்வரை இச்செயல் முறையை மீண்டும் மீண்டும் செயல்படுத்த வேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் ஒரு புரியை வெட்டும்போது, குறுகிய இழைகளைவிட நீண்ட வெட்டுப்படுவதற்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகும்.

பிசிரை மாதிரிக் கூறாகப் பயன்படுத்தும் முறை. இழைகள் இணையான ஒழுங்கில் அமைந்திருப்பின், சற்றே திருத்தப்பட்ட வடிவொழுங்கு முறை செயல்படுத்தப்படுகிறது. இழை முறுக்கேற்றப்பட்டு, திறக்கப்பட்டு, வெல்வெட் அட்டையின்மீது இணை இழைகளாக வைக்கப்படுகிறது. அகல முனை இழைபுரியின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு கண்ணாடித்தகடு இழைபுரிமீது வைக்கப்படுகிறது. கண்ணாடித் தகட்டுக்கு வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் குஞ்சங்கள் (fringes) கண்ணாடித் தகட்டை ஒட்டிய நிலையில் கத்தரித்து அகற்றப்படுகின்றன. கண்ணாடித் தகடு சற்றே பின்னுக்குத் தள்ளப்பட்டு மீண்டும் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பிசிர் கத்தரித்து அகற்றப்படுகின்றது. இவ்வாறு மூன்றாம் முறை தகடு பின்னுக்குத் தள்ளப்பட்டு, அகற்றப்படும் பிசிர் மாதிரிக் கூறாகப் பயன்படுகிறது. கம்பளி (tops) மற்றும் அதனை ஒத்த பொருள்களுக்கும் கண்ணாடித் தகடு இழைபுரியின் அச்சுக்கு 60ºC கோணத்தில் அமைதல் தேவை.

வெல்வெட் அட்டை, கண்ணாடித் தகடு ஆகிய வற்றுக்குப் பதிலாக இரு சீப்புகளைக் கொண்ட அமைப்பைப் பயன்படுத்தலாம். இரு சீப்புகளுக்கும் அப்பாற்பட்ட பிசிர்களை வெட்டி அகற்றலாம். கண்ணாடித் தகட்டை நகர்த்துவதற்குப் பதிலாக இரு சீப்புகளையும் நகர்த்தலாம்.

கச்சாப் பருத்திக்கான மண்டலத் தேர்வு முறை. இழைப்பொருள் மொத்தமும் சமச்சீராக இராவிடில் பொதியின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்தும் தாறுமாறாக மாதிரிகளாகத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்படும் மாதிரிக் கூறுகளின் எண்ணிக்கை மொத்தப் பொருளின் சமச்சீர்மையின்மையைப் பொறுத் ததாகும். இதனை ஆய்வு வாயிலாகவோ பட்டறிவின் வாயிலாகவோ அறிந்து கொள்ளலாம். மீண்டும் மீண்டும் இவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்படும் மாதிரிகளின் ஆய்வு முடிவுகளில் தோன்றும் வேறுபாடுகள் புள்ளியியல் நோக்கில் குறிப்பிடத்தக்கனவாக இராவிடில், இவ்வழிமுறையை ஏற்றதெனலாம்.

கச்சாப் பருத்திக் கட்டிலிருந்து மாதிரிக் கூறு தயாரிப்பதற்குத் தேவைப்படும் இழைகளை வெவ்வேறு பகுதிகளிலிருந்து ஒவ்வொன்றாகப் பிரித்து எடுத்தலே மிகச் சிறந்த முறையாகும். இது நடைமுறைக்கு ஒவ்வாததாகையால் கீழ்க்காணும் செயல் கட்டங்களைக் கொண்ட வழிமுறை நடத்தப்படுகிறது. இது படம் 2இல் விளக்கப்படுகிறது.



படம் 2

கட்டம் 1 : பொதியில் ஒன்றுக்கொன்று நீண்ட இடைவெளிகளைக் கொண்ட பல பகுதிகளிலிருந்து 80 கொண்டைகள் எடுக்கப்பட்டு அதிலிருந்து 2 அவுன்ஸ் நிறை கொண்ட மாதிரி தொகுக்கப் படுகிறது.

கட்டம் 2 : இம்மாதிரிப் பொருள் நான்கு சம நிறை கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

கட்டம் 3 : ஒவ்வொன்றும் ஏறுத்தாழ 20 மி.கி. நிறையுள்ள 16 கொண்டைகளை ஒவ்வொரு கூறிலிருந்தும் ஒழுங்கின்றி எடுக்க வேண்டும்.

கட்டம் 4 : ஒவ்வொரு கொண்டையும் நான்கு முறை சரி பாதியாக வெட்டப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வெட்டுதலுக்குப் பின்பும் இட, வலப்புறப் பகுதிகள் மாறி மாறி அகற்றப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சம பிரிப்புக்குப் பின்பும் கொண்டை 90^0 கோணத்திற்குத் திருப்பப்படுகிறது. இதன் வாயிலாக ஒவ்வொரு கால் பங்கு மாதிரிப் பொருளிலிருந்தும் 16 கட்டுகள் (wisps) தயாரிக்கப்படும்.

கட்டம் 5 : ஒவ்வொரு தொகுதியையும் ஒரு புதுக் கொண்டையாக்க வேண்டும்.

கட்டம் 6 : ஒவ்வொரு கொண்டையையும் விரல் களுக்கிடையே புகுத்திக் கலத்தல் வேண்டும்.

கட்டம் 7 : ஒவ்வொரு கொண்டையும் நான்கு பகுதி களாகப் பிரிக்கப்படும்.

கட்டம் 8 : இக்கொண்டைகளிலிருந்து பகுதிகளை அகற்றிக் கலந்து மேலும் நான்கு புதிய கொண்டைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

கட்டம் 9 : ஒவ்வொரு புதிய கொண்டையும் மீண்டும் கலக்கப்படுகிறது.

கட்டம் 10 : புதிய கொண்டை ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஒரு கால் பகுதி பிரிக்கப்பட்டு இறுதியாக மாதிரிக்கூறு தயாரிக்கப்படுகிறது.

குறிப்பு : கட்டங்கள் 7 மற்றும் 10 இல் கொண்டை வெட்டு இழையின் நீளத்திற்குக் குறுக்காக அமைதல் தேவை. நீளவாக்கில் வெட்டினால், நீளத்தில் வேறுபட்ட இரு பகுதிகள் தோன்று வதற்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகும்.

கம்பளிக்கான சாயந்தோய்த்து மாதிரிக்கூறு தயாரிக்கும் முறை. சிடுக்குற்ற இழைகளைக் கொண்ட புரிகளுக்கும் வலைகளுக்கும் இது ஏற்ற முறையாகும். வெட்டிச் சீர்மையாக்கும் முறையில் உள்ள இழை நொறுங்கும் வாய்ப்பு புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு குறைந்துவிடுகிறது. ஆனால் மெல்லியதொரு வலையாகப் பரப்புவதற்கு ஏற்றதாகப் பொருள் இருக்க வேண்டும். தக்கதொரு சாயத்தில் தோய்த்தெடுக்கப்பட்ட வடிதாளினால் ஒரு புறம் மூடப்பட்ட பித்தளைத் தகடை, சாயப்பகுதி கீழ்நோக்குமாறு இழைபுரிவலைமீது பதிக்க வேண்டும். ஒரு முனையிலேனும் சாயமேற்றப்பட்ட இழைகளை மாதிரிக்கூற்றுத் தயாரிப்புக்குத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இரு முனைகளிலும் சாயமேற்றப்படாத இழைகள்

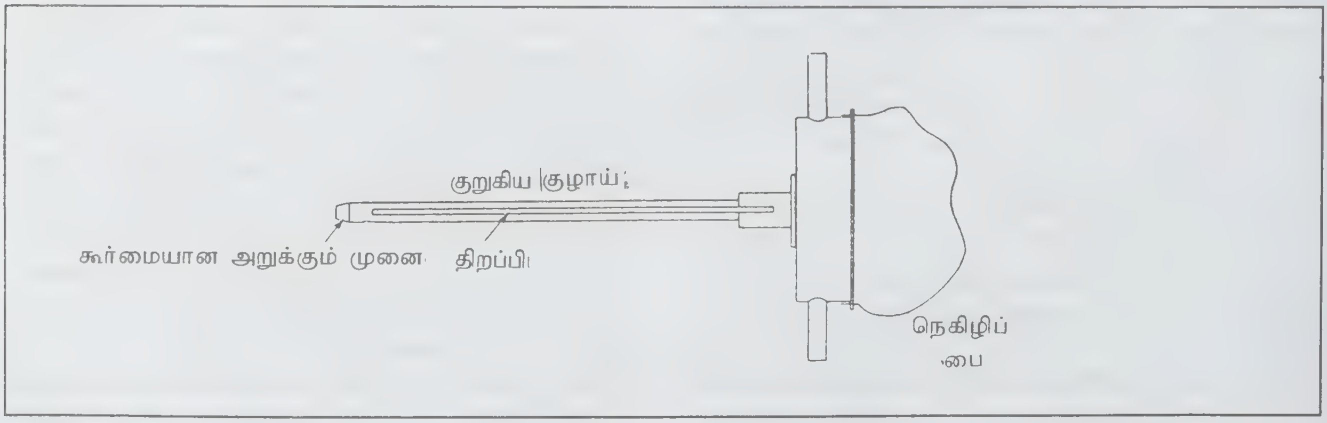
தள்ளப்படுகின்றன. புள்ளியியல் கணக்கீடுகளில் ஒரு முனை மட்டும் சாயமேற்றப்பட்ட இழைகளுக்குப் பாதி எடை மதிப்பே (statistical weight) தர வேண்டும். சாயக்கறை படிந்த பகுதியின் பரப்பளவும் வடிவமும் சரியாக இருத்தல் வேண்டும்.

நீளப் புறச் சார்பு கொண்ட கம்பளி மாதிரியைத் தயாரிப்பதற்கேற்ற நீளவாகு மாதிரிக் கூறு தயாரிப்பு. இது வரை விவரிக்கப்பட்ட மாதிரிக் கூறு தயாரிப்பு முறைகள் யாவும் புறச்சார்பு சிறிதுமற்ற கூறுகளுக்கானவை. தற்போது விவரிக்கப்படும் முறை நீளவகைப் புறச்சார்பு கொண்ட மாதிரிக்கூறுக்காகும். படம் 1இலுள்ள AA என்னும் கோட்டுக்குப் பதிலாக ஓர் இடுக்கியால் இணை இழைகளாலான புரியைப் பிடிக்க வேண்டும். இழை பொருளை ஒரு மெல்லிய, தட்டையான படலமாகத் திறந்து வைத்து, இழையின் திசைக்குச் செங்குத்தான கோணத்தில் மூன்று இழைத் தொகுதிகளை இடுக்கியால் பிடிக்க வேண்டும். இவ்வாறு பிடிக்கப்பட்ட இழைகளை மற்றவற்றிலிருந்து அகற்றி, ஒருபுறத்தில் சீப்பால் வார வேண்டும். பின்பு, மற்றோர் இடுக்கியை முதல் இடுக்கிக்கு இணையாகவும் அதனைத் தொடுமாறும் வாரப்பட்ட பகுதியில் புகுத்த வேண்டும். முதல் இடுக்கி அகற்றப்பட்டு, வாரப்படாத பகுதி (பிசிர்) வாரப்படுகிறது. முழுமையாக வாரி ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட மாதிரிப் பொருள் ஆய்வுக்கு அனுப்பப்படுகிறது. இதற்குப் பயன்படுத்தப்பட வேண்டிய இடுக்கிகள் (tongs) அறுவை மருத்துவத்தில் இடம்பெறும் இடுக்கியாக இருத்தல் தேவை. இதில் பற்சக்கரப் பிடிப்பியும் (ratchet gripper), ஒரு தண்டின் பரப்பில் தோலுறையும், மற்றொன்றில் நீளவாட்டில் தவாளிகளும் (fluets) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பிடிக்கும்போதும், வாரும்போதும் இழை அறுந்துவிடாமையே பொதுக் குறிக்கோளாகும்.

கச்சாக் கம்பளியில் உள்ளக மாதிரி எடுத்தல். ஒரு கம்பளி இழைக் கட்டில் இழை தவிர எண்ணெய்ப் பசை, ஈரம், தாவர மாசுப் பொருள் ஆகியன உள்ளன. தொழில்நுட்ப நோக்கிலும், வணிக நோக்கிலும் இப்பொருள்களின் இயைபு விழுக்காடுகளை அறிதல் தேவையாகிறது. இதனை அறுதியிடலுக்கான ஆய்வுக்கு மாதிரிப் பொருள், உள்ளக மாதிரித் தயாரிப்பு முறையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. இம்முறையின் வாயிலாகத் திறக்கப்படாத கட்டு, பொதி அல்லது மூட்டையிலிருந்து மாதிரிக்குத் தேவையான பொருளை உருவி எடுக்க இயலும். இது அரிசி மூட்டையிலிருந்து ஊசியால் குத்தி அரிசி மாதிரியை எடுத்து ஆய்வதையொத்த வழிமுறையாகும் (படம் 3).

2 அடி நீளமும், 0.75" குறுக்களவும் கொண்ட குறுகிய குழாயின் நுனியில் கூர்மையான அறுக்கும் முனையைப் பொருத்த வேண்டும். மற்றொரு நுனியில் கையினால் அழுத்தம் தரவல்ல உந்துதண்டு அல்லது பொதியின் மேற்பகுதியில் ஒரு சிறு துளையிடப்பட்டு, குழாய் கையினாலோ, விசையினாலோ செருகப்படுகிறது. பொதியினுள் குழாய் நுழைகையில் பஞ்சு அல்லது புரி குழாயினுள் புகுகிறது. குழாயின் சுவரிலுள்ள திறப்பியின் வழியாகப் புரி நகர்ந்து ஓர் அலகினால் குழாயின் மறுமுனையிலுள்ள நெகிழிப் (plastic) பையில் நிரப்பப்படுகிறது. உள்ளக இழைப் பிரிப்பு மாதிரிக் கூறு தயாரிப்பு முறை எதுவாயினும் கீழ்க்காணும் கட்டாயத் தேவைகள் நிரப்பப்பட வேண்டும்.

1. உள்ளக இழைப்புரி அகற்றப்படும்போது இழைக்கட்டின் நிறை அறிந்திருக்கப்படல் வேண்டும்.
2. புகுத்தப்படும் கருவி இழைக்கட்டின் எப்பகுதியையும் அணுகுமாறு அமைதல் வேண்டும்.



படம் 3

3. பொதி அமுக்கப்பட்டுள்ள திசையிலேயே குழாய் புகுத்தப்பட வேண்டும். இதனால் இழை அடுக்குகளுக்குச் செங்குத்தாக வெட்டு விழும்.

4. குழாயைப் பொதியிலிருந்து வெளியே இழுக்கும்போது, குழாயினுள் புகுந்துள்ள உள்ளக இழைபுரி எவ்வித மாறுதலும் காணக்கூடாது.

5. எடுக்கப்படும் இழைபுரிகள் உடனுக்குடன் காற்றுப்புகாத கலத்தில் அடைக்கப்பட வேண்டும்.

நூல் மாதிரிக் கூறு தயாரிப்பு முறைகள். பொதுவாக நூல் தனித்தனிக் கட்டுகளாகக் கிடைக்கிறது. நிறைந்த எண்ணிக்கையிலான கட்டுகளிலிருந்து மிகச்சில கட்டுகளைப் பொறுக்குதலே மாதிரிக் கூறு தயாரித்தலின் மையக் கொள்கையாகும். மொத்தத் தொகுதி (population), வட்டத் தார்க்குழல்கள் கொண்டதொரு சட்டமாகவோ, சிட்டச்சுமை அல்லது கூம்பு வடிவாகவோ இருக்கக்கூடும். மாதிரித் தயாரிப்புக்கு வசதி குறைவான நூல் தோற்றுவாய்கள்: துணி, நாடா போன்றவையாகும். இழை மாதிரித் தயாரிப்பிலுள்ளது போன்றே இங்கும் இயன்றவரை இயைபிலா மாதிரியே விரும்பப்படுகிறது.

இயைபிலா (ஒழுங்கிலா) எண் வரிசை பயன்படுத்துதல். கேம்பிரிட்ஜ் எளிய புள்ளியல் அட்டவணைகளில், அட்டவணை 8 இயைபிலா மாதிரி எண்கள் என்பதாகும். இதன் ஒரு பகுதி அட்டவணை 1இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 50 தார்க்குழல்களுள் பத்தினை எவ்விதப் பாணியுமின்றித் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும் எனக் கொள்ளலாம். தார்க்குழல்களுக்கு (கண்டுகளுக்கு) வரிசை எண் கொடுக்கலாம் அல்லது ஒவ்வொரு வரிசையிலும் 10 கண்டுகளைக் கொண்ட 5 வரிசைத் தொகுதிகளை உருவாக்கலாம். அட்டவணை 1 உதவியுடன் ஏதாவது ஒரு பகுதியில் தொடங்கி எண்களைப் படிக்கலாம். இரண்டாம் வரிசையில் முதல் எண் 74 ஆகும். இது 50க்கு மேற்பட்டுள்ளமையால் புறக்கணித்துவிட்டு அடுத்த எண்ணை நோக்கலாம். இவ்வெண் (49) கொண்ட நூற்கண்டு மாதிரியில் சேர்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது. அடுத்த கண்டான 04உம் சேர்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது. 50க்கு மேற்பட்ட எண்களை மட்டும் புறக்கணித்துவிட்டு, இதே செயல்முறையைத் தொடர்ந்தால் இறுதியாகத் தொகுக்கப்படும் மாதிரிக்கூறில் கண்டு எண்கள் 49, 04, 03, 10, 33, 11, 48, 38, 31, 23 ஆகியன இடம் பெறும். இந்த அட்டவணையைப் பயன்படுத்துவதற்கான பிற செயல்முறைகள் புள்ளியியல் துறையின் நியம பாடநூல்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. கண்டுகளுக்கு உள்ளவாறே கதிர்கள் (spindles) சுற்றும் அமைப்புகள் போன்றவற்றுக்கும் இது பொருந்தும். நூற்பாலைகளில் வழக்கமான ஆய்வுகளில் விரைவையும் துல்லியத்திற்கான செலவினத்தையும் கருத்திற்கொண்டு இயைபிலா எண் தேர்வுமுறை மிகுந்த கவனத்துடன் பின்பற்றப்படுவதில்லை. இதனால் அன்றாட ஆலை ஆய்வுக்கான மாதிரித் தயாரிப்பு ஒருபுறச் சார்பு கொண்டது எனக் கருதவியலாது. ஆராய்ச்சிக்காகத் தயாரிக்கப்படும் மாதிரிக்கூறைவிட அன்றாட நூற்பாலைத் தேவைகளுக்காகத் தயாரிக்கப்படும் மாதிரிக்கூறின் இயைபிலாப் பண்பு சற்றே குறைவாக அமையப் பெற்றிருக்கும்.

நூல் மாதிரிக்கூறு தயாரிப்புக்கு எடுத்துக் காட்டுகள். எந்த ஆய்வுக்காக மாதிரிக்கூறு தயாரிக்கப் படுகிறதோ, அதற்குத் தகுந்தாற்போல் மாதிரித் தயாரிப்பு உத்தி அமையும். கீழ்க்காணும் உத்திகள் கையேட்டி யிலிருந்து எடுக்கப்பட்டவை :

நூல் சிணுக்கெண்ணை (yarn count) அளவறிதல். 16 தனித்தனிக் கட்டுகளிலிருந்து கட்டுக்கு ஒன்று வீதம் பதினாறு கண்டுகளைத் தேர்ந்தெடுகக வேண்டும். கண்டுகள், நூற்புச் சட்டத்திலுள்ள தார்க்குழல்கள், குழாய்கள், பிறவகை முதனிலைக் கட்டுகளிலிருந்து 16 சிறுகட்டுகளைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். 8 கட்டுகளில் மேல் பகுதிகளிலிருந்தும், மற்றைய 8 கட்டுகளில் கீழ்ப்பகுதிகளிலிருந்தும் நூல்கள் பிரிக்கப்பட்டுக் கண்டுகளாக்கப்படுகின்றன. தும்புகள் போன்ற பெரிய கட்டுகளில் இருந்து எடுக்கப்பட வேண்டியிருப்பின் 8 கட்டுகளை எடுத்து, ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் இரண்டு கண்டுகளை உருவாக்க வேண்டும். இவ்வாறு தயாரிக்க வேண்டிய சூழ்நிலையில் ஒரு கண்டைக் கூம்பின் வெளிப் பகுதியிலிருந்தும், மற்றொன்றை உள்ளகத்திலிருந்தும் எடுக்க வேண்டும். தொடர்ச்சியான நீளிழை நூலாக இருப்பின், ஒவ்வொரு கூம்பின் வெளிப்பகுதியிலிருந்தும் (16 கூம்புகளிலிருந்தும்) எடுத்து இணைக்க வேண்டும்.

துணியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நூலின் சிணுக்கெண். பாவு நூல்களின் சிணுக்கெண்ணை அறிவதற்கு வசதியாகப் பல பாவு நூல் நுனிகளைக் கொண்ட

செவ்வகத் துண்டுகள் குறைந்தது இரண்டினைத் துணியிலிருந்து வெட்டி எடுக்க வேண்டும். இதே போன்று ஊடு நூல் சிணுக்கு எண் அறிவதற்கும் குறைந்தது ஐந்து செவ்வக வடிவத் துண்டுகளை ஊடைக் கட்டுகளிலிருந்து பிரித்து உருவாக்க வேண்டும். அனைத்துப் பட்டைகளும் சமநீளம் கொண்டனவாக (50 செ.மீ) இருத்தல் தேவை. ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட நூல் பாவு வகையாக இருப்பினும், ஊடு வகையாக இருப்பினும் பிரித்தெடுக்கப்படும் பட்டைகளின் அகலம் குறைந்து 50 நூல்களை உள்ளடக்கியவாறு இருத்தல் நலம்.

நூலமைப்பில் நூலின் முறுக்கு (twist in yarn package form)**.** நூல் கட்டின், சிப்பத்தின் முனையிலிருந்து (கரையிலிருந்து) ஏறத்தாழ 1 மீ. உள் தள்ளி, பத்து நூலமைப்புகளிலிருந்து சம எண்ணிக்கையில் ஆய்வு மாதிரிகள் தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும். அதே போன்று அடுத்தடுத்த மாதிரிக்கூறுகளைக் குறைந்தது 1மீ. இடைவெளி தந்து கத்தரித்து எடுக்க வேண்டும்.

நூற்பு இழைகளின் குஞ்சவலிமை (lea strength of spun yarns)**.** ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஒரு முழுக் குஞ்சத்தைக் எடுக்கவல்ல 20 நூலமைப்புகள் கிட்டாதெனில், நான்கின் மடங்காகக் குறைந்த எண்ணிக்கை கட்டுகளைப் பொறுக்கலாம். ஆனால் 20 குஞ்சங்களைத் தேர்ந் தெடுக்கையில் ஒவ்வொரு நான்கு சிப்பத் தொகுதி யிலிருந்தும் சம அளவில் குஞ்சங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். காட்டாக, 8 சிப்பங்கள் மட்டுமே கிடைக்குமாயின், முதல் நான்கு சிப்பங்கள் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் மூன்று குஞ்சங்களும், ஏனைய நான்கு சிப்பங்கள் ஒவ்வொன்றி லிருந்தும் இரண்டு குஞ்சங்களும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.

ஒற்றை நூல் இழு வலிமை ஆய்வு (single thread tensile test)**.** இந்த ஆய்வுக்கான நூல் நெய்யப்படாத பாவு நூலாகவோ, நெய்யப்பட்டதாகவோ, பின்னப்பட்டதாகவோ இருக்கலாம். ஒற்றை நூல்களுக்கும், சன்னமான, மிகச்சன்னமான ஈரடுக்கு (two-ply) நூல்களுக்கும் குறைந்தது 50 மாதிரிகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். முரட்டு ஈரடுக்கு நூல்களுக்கும், வடங்களுக்கும் முப்பது போதுமானது. மொத்த அமைப்பின் தன்மையை எதிர்பலிப்பதாக இத்தேர்வு அமைய வேண்டும்.

துணி மாதிரிக் கூறு தயாரிப்பு முறைகள் (fabric sampling methods)**.** ஒவ்வொரு நாளும் ஆய்வகத்தில் எதிர்கொள்ளப்படும் சிக்கல் ஆய்வுக்காகத் தரப்படும் குறைந்த அளவு துணியிலிருந்து பெரும அளவு தகவலைப் பெறுவதேயாகும். கைக்குட்டை அளவு துணி ஆய்வுக்கு அனுப்பப்பட்டு, ஆழ்ந்த ஆய்வு முடிவுகள் எதிர்நோக்கப் படுகின்றன. ஒரு துணியின் முழு நீளத்தில் ஆங்காங்கே சிற்சில துண்டுகளை வெட்டி எடுத்துத் தயாரிக்கப்பட்டால், மாதிரிக்கூறு மொத்தத் துணியின் எதிரொளிப்பாக இருக்குமெனினும், அவ்வாறு கிழிக்கப்பட்ட துணி கந்தல் மதிப்பையே பெறும். இதன் காரணமாகவே ஒரு முழுநீளத் துணியிலிருந்து ஓரப்பகுதிகளிலிருந்து மட்டும் மாதிரிகளை எடுத்தல் வழக்கமாகிறது. துணியின் கரைப்பகுதிகளின் பண்புகள் உட்பகுதிகளின் பண்புகளினின்றும் பெரிதும் மாறுபட்டுள்ளன என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். எனவே, கரைக்கு 2"க்குட்பட்ட பகுதிகளை மாதிரிக்கூறு தயாரிப்புக்குப் பயன்படுத்தக்கூடாது. துணி நெய்யப் படுகையில் இவ்வேறுபாடுகளுக்கான காரணங்கள் நன்கு அறியப்படுகின்றன. துணியின் இரு மருங்கிலுமுள்ள நூல்களில் தோன்றும் திரிபுகள் நன்கு புலப்படுகின்றன.

மற்றொரு பரிந்துரையில் ஒரே வகை நூல்கள் இருவேறு மாதிரிக்கூறுகளில் இடம்பெறாமல் பார்த்துக் கொள்ளுமாறு பணிக்கப்படுகிறது. படம் 4 அ, ஆ இல் இழுவலிமை ஆய்வுக்கு மாதிரிக்கூறு தயாரித்தலில் இக்கொள்கை எவ்வாறு கையாளப்படுகிறது என்று விளக்கப்பட்டுள்ளது. ஊடுவழித் துண்டுகள் தேர்ந்தெடுக் கப்பட்டால், அத்துண்டு இரு வேறு ஊடு கட்டுகளிலிருந்து நெய்யப்பட்டிருக்க வேண்டும். ஏனெனில், ஒரு கட்டின் முடிவிலுள்ள ஊடு நூலின் இழுவிசைக்கும் அடுத்த கட்டின் தொடக்கத்திலுள்ள ஊடு நூலின் இழுவிசைக்கும் பெருத்த வேறுபாடு உண்டு. இதனால் துணியின் கட்டமைப்பிலும், நீளத்திலும் மாற்றம் தோன்ற வாய்ப்புண்டு. இதற்குக் கண்டுமுனை விளைவு (cop end effect) எனப்பெயர்.

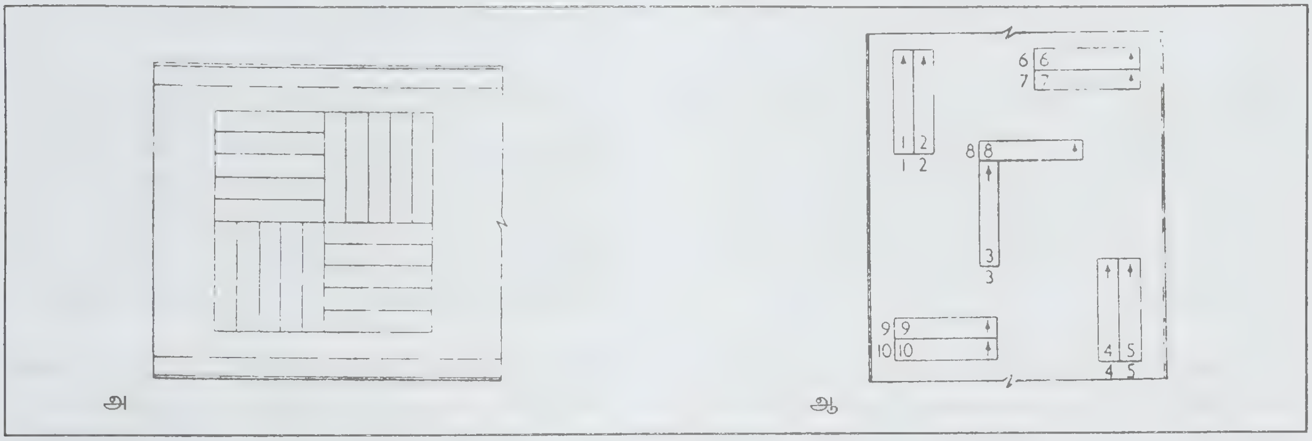
நடைமுறையில், மாதிரிக்கூறு தயாரிப்பு துணியின் அமைப்பையும் அளவையும் பொறுத்தது. அகலமான துணிகளுக்கான மாதிரித் தயாரிப்பு முறைகள் நாடா (ribbon) சரிகைத் தலைப்பு போன்ற குறுந்துணிகளுக்கான முறைகளினின்றும் வேறுபட்டவையாகும்.

-மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணித்தயாரிப்புச் செயல்முறைகள்

குழைவான, நெளிவான வடிவங்கள் அமைவதற் கேற்ற தளம் போன் ற அமைப்பு துணியாகும். இது உடைகள் தயாரிக்கவும் போர்வை, விரிப்பு, உறை போன்ற வீட்டுப்பொருள் தயாரிக்கவும், தொழிலகத் தேவையை நிரப்பவும் ஏற்ற பொருளாகும். துணி, கரைசல், நார்ப்பொருள், நூல் போன்றவற்றாலானது.

இவ்வகைத்துணிகள் நீரெதிர்ப்புடையவை; செலவு குறைந்தவை; அழுக்குப் படிவைத் தடுப்பவை; இழையற்றவை. ஆனால் குறைந்த புரைமை அதாவது ஊடுருவுந்தன்மையுடையவை. வேறொரு துணிப் பின்னமைப்பாக அமையாவிட்டால் இவற்றின் வலிவும் குறைவே. இவை மடிப்பேற்கா வகையாகும். இவை தமக்கேயுரிய தனித் தோற்றத்துடனும் பிற துணிகளைப் போன்ற போலித் தோற்றத்துடனும் செய்யப்படுகின்றன.



படம் 4

துணி தயாரிப்புச் செயல்முறைகள் துணியின் தோற்றத்தையும் யாப்பையும் செலவையும் செயல் பாட்டையும் அறுதியிடும். இச்செயல் முறைகளிலிருந்து துணிகள் பெயரிடப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அழுந்தல், ஊடுதல், இருபின்னல், கம்பளிப்பின்னல் ஆகியவற்றைக் கூறலாம். துணியின் அடக்க விலை துணி தயாரிப்புச் செயல்முறையின் வேகத்தையும் படிநிலையையும் பொறுத்து அமைவதால் குறைந்த படிநிலைகளும் மிகுவேகமும் உள்ள செயல்முறை அதன் அடக்க விலையைக் குறைக்கிறது.

கரைசல் துணிகள்

படலத்துணிகள் (films). கரைசல்கள், நெருக்கமான கீற்றுவாய்களில் சூடான காற்றால் செலுத்தப்பட்ட அல்லது சுழலும் உருள்கலன் மேல் வார்க்கப்பட்டு படலத் துணிகள் செய்யப்படுகின்றன. சூடான உருளைகளிடையே வார்ப்படத்தூளைச் செலுத்தி அழுத்தியும் படலத்துணி செய்யப்படுவதுண்டு.

நுரைவளத் துணி. மீட்சியுள்ள பொருளில் காற்றை நுரைபோல் அடைத்து இவ்வகைத் துணி செய்யப்படுகிறது. ரப்பர் பாலியூரித்தேன் ஆகிய மூலப்பொருள்கள் இத்துணி செய்யப் பயன்படுகின்றன. இவை மீளியல்பும் பருத்த அமைப்பும் மிகுதியாக உடையவை. குறைந்த செலவில் எடையற்ற மிதமான உயர்தர அழகுமிக்க ஆடையுடன் இணைந்து இவை பயன்படுகின்றன.

நாரிழைத் துணிகள் (felt). கம்பளி இழைகளை வெட்டித் தூய்மை செய்து கனமான பலகைகளின் மேல் வைத்து நீர் தெளித்துச் சூடான சுழல் தட்டுகளிடையே செலுத்தி ஒன்றோடொன்று பற்றி இழைந்து பாயாகும்படி இறுகச் செய்து இவ்வகைத் துணிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை இழை மணியற்றவை. இற்றுப்போகாதவை; தேய்ந்து சிதையாதவை; ஒலியை உறிஞ்சும் இயல்புடையவை; குழைவற்றவை; வலிமை குறைந்தவை; இழுத்தால் மீளாதவை.

நெய்யாத துணிகள் (non woven). நூலிழைகளை எந்திர, வேதியியல், வெப்பவியல், கரைசல் முறையாலோ இவை இணைந்த முறையாலோ, இணைத்துப் பிணைப்பூட்டியோ, இடையூடச் செய்தோ தயாரிக்கப்படுபவை நெய்யாத துணிகள் என வழங்கப்படுகின்றன. இவை இழை மணியுடனோ இல்லாமலோ அமையலாம். இவை நீடித்த உழைப்பும், பயன்படுத்தியதும் புறக்கணிக்கப்படும் நிலைமையும் கொண்டவை.

நூலிழைத் துணிகள்

இழைப்பின்னல் வகை (braid). நூலிழைகள் மூலைவிட்டமாகவோ, நீளவாட்டமாகவோ இடையூடும்படி அமைந்த இவை குறுகலானவை. சீர்செய்தலுக்கு மட்டுமே பயன்படுபவை. இவை செருப்பு வார் இழைகளுக்கு வட்ட வடிவத்தில் திரிக்கப்படுகின்றன. இவை நீளியல்புடையவை; வடிவ ஏற்புடையவை.

பின்னல் வகை (knitting). ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட நூலிழைகள் தொடர்ந்த கண்ணிகளால் கோக்கப்படுதல் பின்னுதல் எனப்படுகிறது. இதற்கு நெசவைவிட வேகமான செயல்முறை தேவை. ஆனால் குறிப்பிட்ட ஒற்றைப் பரப்புக்கு மிகுதியான நூலிழை தேவைப்படும். இவை நீள், மீள், வில்லியல்புகளுடையவை ; புரை நிறைந்தவை.

வார்ப் பின்னல் வகை (lace). வடிவங்கள் அமையும்படி முடிச்சிட்டோ, இடையூடியோ கண்ணியால் கோத்தோ முறுக்கியோ அமைக்கப்படும். இணையாத இழை ஆடைகள் இவ்வகைகளில் அடங்கும். இவை முழு அழகு அல்லது ஓர அழகு ஊட்டப்பட்டவை. திறந்த பெருந்துளைக் கட்டமைப்புடையவை. கை அல்லது எந்திரத்தால் பின்னப்படுபவை.

நெசவுத்துணிகள். ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கும்படி இரண்டுக்கு மேற்பட்ட இழைகள் இடையூடும்படி நெய்யப்படுபவை நெசவுத் துணிகளாகும். நெசவு மிகப் பரவலான ஆடைத் தயாரிப்பு முறையாகும். இவை இழையுடையவை. ஓரங்களிலிருந்து இழை பிரிக்க முடிந்தவை. இவற்றைச் சேர்ந்த விறைப்பு வகை ஆடைகள் ஊடை வாட்டத்திலோ பாவு வாட்டத்திலோ சற்றும் நீளாதவை.

கூட்டு நிலைத் துணிகள் (composite fabrics)

மேற்பூச்சு வகை. துணியின் மேல், பகுதி நீர்மப் பொருளால் (semi liquid material) கூட்டுநிலை ஆடைகள் செய்யப்படுகின்றன. மேற்பூச்சுப் பொருளாக ரப்பர், பாலி வினைல் குளோரைடு , பாலி யூரித்தேன் ஆகியவை பயன்படுகின்றன. இவ்வாடைகள் வலிமையும் நிலைப்பும் உடையன. இவை தோல் பை, கைப்பை, வீட்டுப்பொருள் ஆகியவற்றுக்குப் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன.

குஞ்ச வகை (flocked fabric). துணி மேல் குஞ்சம் அமையும்படி இழைகள் ஆடையின் ஊடாகச் செலுத்திப் பசையாலோ மின்துகள் பிணைப்பாலோ ஒட்டப்பட்ட ஆடைகள் குஞ்ச ஆடைகள் எனப்படுகின்றன. குஞ்ச அமைப்பு ஆடைகள், வெல்லக்ஸ் (vellux) உறைகளுக்கும் தானியங்கித் திரைகளுக்கும் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன.

நுரைவள, இழையுள்ள வகை. இழைகளும் பாலியூரித்தேன் கரைசலும் இவற்றில் கலக்கப்படுகின்றன. இக்கலவை ஓர் உருள்கலன் மேல் வார்க்கப்பட்டுப் பின்னர் ஒரு கீற்றுவாய் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு ஆடையாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. இருபுறமும் வெட்டப்பட்டு மென்துய்பரப்பு அமைக்கப்படுகிறது. இதில் பாலிஎஸ்டர், நைலான், ரேயான் ஆகியன மூலப்பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. இவை வெள்ளாட்டுக் குட்டித்தோல் போன்ற தோற்றம் பெற்றிருக்கும். எந்திரத்தாலும் உலர் முறையாலும் சலவை செய்யகூடியவை. சீரான கனமும் தரமும் உள்ளவை.

கரணை வகை (tuffing fabrics). ஆடைகளின் மேற்பரப்பில் ஊசிகளைக் கொண்டு வெட்டப்பட்ட அல்லது வெட்டப்படாத கண்ணிகளைத் தைத்து இவ்வாடைகள் செய்யப்படுகின்றன. நெசவு ஆடை, பின்னிய குஞ்ச ஆடைகளைவிட இவை விலை குறைந்தவை. படுக்கை விரிப்புகளிலும் தரை விரிப்புகளிலும் வீட்டுப்பொருள்களிலும் இவ்வாடைகள் பயன்படுகின்றன.

பல உறுப்புத் துணிகள்

பிணைப்பு அல்லது அடுக்குவகை. நெருப்பு அமைப்புச் செயல் முறை அல்லது பசையால் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட

ஆடைகளைப் பிணைத்து இவ்வாடைகள் செய்யப் படுகின்றன. இவை இரட்டை நெசவு அல்லது இரட்டைப் பின்னல் ஆடைகளைவிட விலை குறைந்தவை. இவை வெதுவெதுப்பானவை. எடை குறைந்தவை. எடை குறைந்த உடைகள் செய்ய உதவுபவை. இவ்வாடைகள் தடித்தவை. மணிகளற்ற இடத்தில் ஒட்ட முடிந்தவை. தனித்தனியாகப் பிரிக்கவும் முடிந்தவை.

இணைத்த பஞ்சுறை வகை (quilted fabrics). ஒன்று அல்லது இரண்டு துணிகளும், நுரை வள ஆடையும், திணிப்புப் பொருள்களும் மென் செருகு பொருள்களும் கொண்டு எந்திரத்தாலோ கைகளாலோ ஒலியதிர்ச்சியாலோ இணைத்துப் பஞ்சுறை ஆடைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை பருத்தவை. வெதுவெதுப்பானவை; அழகு மிக்கவை; தையல்கள் இடைவிட்டு அமைந்தவை; வான் உடைகளிலும் வசதி உடைகளிலும் இணைப்பு மெத்தைகளிலும் வீட்டுப்பொருள்களிலும் பயன்படுபவை.

துணி நூல்கள்

நெய்யப்பட்ட அல்லது பின்னப்பட்ட துணிகளின் தயாரிப்புக்கு, ஏற்ற இயற்கை அல்லது தொகுப்பு வகை இழை அல்லது நீளிழைகளிலான புரிக்கு நூல் எனப்பெயர். இது பல இழைகளை இணைத்து முறுக்குவதாலோ நீளிழைகளை (filaments) முறுக்காமல் இணைத்தோ பெறப்படலாம். பயன்படும் நூலின் இயல்புக்களைப் பொறுத்தே தயாரிக்கப்படும் துணியின் தோற்றம், இழைநயம், யாப்பு, திடம் யாவும் அமையும்.

நூல் தயாரிப்புக்கு இழைகளே அடிப்படையானவை. ஒரு துகளின் நீளம் அதன் அகலத்தைப் போன்று நூறு மடங்குக்குக் குறையாது இருக்குமாயின், அத்துகளுக்குப் இழை எனப்பெயர். துணித் தொழிலுக்கேற்ற இழைகள் போதுமான நீளம், வலிமை, நுண்மை, நெகிழ்மை ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். மீட்சி, அலைவு, ஈர ஏற்பு, சூட்டுக்கும் சூரிய ஒளிக்கும் பணியாமை, சலவையின் போது வேதிப்பொருள்களினால் நிலைத்த பாதிப்புறாமை, நுண்ணுயிர் எதிர்ப்புத்தன்மை ஆகியன இறுதிப் பயன்களைப் பாதிக்கவல்ல பிற இழைப் பண்புகளாகும். இயற்கை இழைகளுக்குள் பருத்தி, கம்பளி, சணல், பட்டு, லினன் (flax) ஆகியன பன்னெடுங்காலமாக நிறைவு தரும் பயன்களை அளித்துள்ளன. தொகுப்பு இழைகள் வணிக அளவில் 19ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் தயாரிக்கப்படலாயின; 1940ஆம் ஆண்டுவாக்கில் இவ்விழைகளின் தயாரிப்பில் பெரும் முன்னேற்றம் காணப்பட்டு, இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின் மிகுதியும் விரிவடைந்தது. இயற்கையில் கிடைக்கும் இழையான பருத்தியைத் தக்க நீர்மத்தில் கரைத்து, மீண்டும் இழையாக்கிப் பெறப்படும் ரேயான், முழுத் தொகுப்பு இழைகளான நைலான் (பாலி அமைடு), டெரிலீன் (பாலிஎஸ்ட்டர்), பாலி அக்ரிலிக் ஆகியன இவ்வகையில் அடங்கும். இருவகை இழைகளுக்குமிடையே தயாரிப்புச் செலவைப் பொறுத்தவரை பெருத்த வேறுபாடு உள்ளது. இயற்கை இழைகளைத் தயாரிப்பதற்குப் பயிர் அல்லது விலங்கினப் பராமரிப்புத் தேவை. மேலும், இவற்றைத் தயாரிப்புப் பகுதிகளிலிருந்து நூற்பாலைகளுக்கு நீண்ட தொலைவுக்கு எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். தொகுப்பு இழைகளை விரைவாகத் தயாரிக்கலாம்; தயாரிப்பு அமைப்புகளை நூலாக்க அமைப்புகளுக்கு அருகிலேயே அமைக்கலாம். விரும்பப்படும் பண்புகளைத் தயாரிப்புக் கட்டத்திலேயே புகுத்துதலும் எளிதே. எனினும், இருவகை இழைகளுமே ஒன்றின் பயன் பகுதியில் மற்றொன்று குறுக்கிடாதவாறு ஈடுபடுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

இழை நூலாக்கம். பட்டும், தொகுப்பு இழைகளும் நீளிழைகளாலானவை ஆதலால் வெட்டிழைகளுக்குத் தேவைப்படும் நூற்புச் செயல் முறையின்றியே, நூலாக்கப்படுவதற்கு வாய்ப்புள்ளது. தளர்ந்த, தொடர்ச்சியான கயிறாக இழைகள் இணைக்கப்படும்போது தொகுப்பு நீளிழைகள் வடம் (tow) என வழங்கப்படுகின்றன. தேவைப்படும் தடிமனுக்கு இழைகளை ஒன்றோடொன்று பிணைத்தால் போதுமானது. மாறாக, இயற்கை இழைகளான பருத்தியிழைகள் வெட்டிழைகளால் ஆனவையாதலால் ஒன்றோடொன்று இறுக முறுக்கப்பட்டால்தான் தேவையான நீளத்திற்கு நூல் கிட்டும். நீளிழை நூல்கள் மெல்லியவையாகவும், வழவழப்பாகவும், பளபளப்பாகவும் இருக்கும்; வெட்டிழை நூல்களோ தடிமனாகவும், பிசிறாகவும், பளபளப்புக் குன்றியும் இருக்கும்.

நூலாக்கத்தின் முதல் கட்டம் இழைகளில் அழுக்ககற்றமாகும். பருத்தியிலிருந்து சுள்ளிகள், ஒட்டுமுள்

விதைகள் (burrs) ஆகியனவும், கம்பளியிலிருந்து மசகுநெய்யும், பட்டிலிருந்து செரிசினும் நீக்கப்படுவதற்கு விரிவான வழிமுறைகள் உள்ளன. தொகுப்பு இழைகள் மிகுந்த கட்டுப்பாடான சூழ்நிலையில் ஆலைகளில் தயாரிக்கப்படுவதால் அழுக்ககற்றம் தேவைப்படுவதில்லை.

பல அறுவடைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒரே வகையான இயற்கை இழைகளை நையக் கலத்தல் (blending) மூலம் நீளம், குறுக்களவு, அடர்த்தி, ஈர அடக்கம் ஆகிய பண்புகளில் சமச்சீர்மையை அறுதியிட முடியும். வேறுபட்ட இன இழைகளையும் கலத்தலுக்குட் படுத்தலாம்.எஞ்சிய கசடுகளை அகற்றுவதற்கும், இழைகளை ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்குமாறு பணித்தலுக்கும் கோது எடுத்தல் (carding) என்னும் செயல்முறை பயன்படுகிறது. மிக நுண்ணிய நூல்கள் தேவைப்படும்போது வாருதல் (combing) செய்யப்படுகிறது. இதனால் பளபளப்பான, நீளம் கூடுதலான இழைகள் சிக்கலற்ற, ஒன்றுக்கொன்று இணையான புரிகளாக அமைக்கப்படுகின்றன.

நூற்பு (drawing)**.** ஒன்றோடொன்று முறுக்கி நூலாக்குதல், நூற்பு எனப்படும். நீளம் குறைந்த இழைகளிலிருந்து தொடர்ச்சியான நூலைப் பெறுவதற்கு நூற்றல் மட்டுமே பயன்படும். விரிந்த கம்பு (distaff) மற்றும் நூற்புக் கதிர் ஆகிய இரு கருவிகளை மட்டுமே பயன்படுத்திப் பண்டைக் காலம் முதல் நூற்புமுறை நிகழ்த்தப்பட்டு வந்தது. விரிகம்பின்மீது இழைகள் பொருத்தப்பட்டு இழுக்கப் படுகின்றன. இவ்விழைகள் ஓர் எடையினால் தொங்கும் நூற்புக் கதிருக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. நூற்பவர் நூற்புக் கதிரைச் சுழற்றினால் விரிகம்பிலிருந்து இழுக்கப்படும் இழை முறுக்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, பின்பு ஐரோப்பிய நாடுகளில் புகுத்தப்பட்ட இராட்டை நூற்பு முறையைச் சற்றே எந்திர இயக்கமாக்கிற்று. இராட்டைச் சக்கரம் சுழலும்போது இழுத்துத் திரிக்கப்படுகிறது. மீண்டும் சக்கரத்தை எதிர்த்திசையில் சுழற்றும்போது நூல் சுற்றப்படுகிறது. இராட்டை நூற்பினால் ஓரளவு சமச்சீர்மை கொண்ட நூல் தயாரிக்கப்படலாயிற்று. உருவாகும் நூலின் மெல்லிய பகுதிகளில் முறுக்கேற்றமும், தடித்த பகுதிகளில் இழுவையும் அளித்து இச்சமச்சீர்மை பெறப்படுகிறது.

16ஆம் நூற்றாண்டில் இந்த இராட்டைச் சக்கரம் சாக்சனி சக்கரம் என்னும் பெயரில் மேம்பாடு கண்டது. இதனால் சன்னமற்ற கம்பளியை இழைக்க முடிந்தது. இதன் விளைவாக ஒரு தறிக்கு 3 - 5 நூற்புச் சக்கரங்களால் நூல் வழங்க முடிந்தது. கே (Kay) என்பாரின் கண்டுபிடிப்பான விரைநாடாவினால் தறிகளின் வெளியீடு (output) உயர்ந்ததன் தொடர் விளைவாக நூற்பு அமைப்புகளுக்குத் தேவை கூடியது. 1770இல் தன்னுரிமைக் காப்புப் பெறப்பட்ட ஜேம்ஸ் ஹார்க்ரீப்ஸ் என்பாரின் நூற்பு இராட்டினம் பல நூற்புக் கதிர்களை ஒரே நேரத்தில் இயக்கவல்லது. எனினும் இவ்வெந்திரத்தைக் கொண்டு நிரப்பு வகை நூல்களை மட்டுமே தயார் செய்ய இயலும். ரிச்சர்டு ஆர்க்ரைட் இதனைவிடப் பயன்கூடி ய இராட்டை அமைப்பை நிறுவினார். 1779ஆம் சாமுவேல் கிராம்ப்டனின் கண்டுபிடிப்பான நூற்புக் குதிரையின் (spinning mule) வாயிலாக ஒரு நெசவாளி ஏறத்தாழ 1000 நூற்புக் கதிர்களை ஒரே நேரத்தில் இயக்கும் விந்தை நிகழ்த்தப்பட்டது. இதனால் கரடுமுரடானது முதல் மிகச் சன்னமானது வரையிலான பரந்த வரம்பில் நூல் நூற்கலாம். பிரிட்டனிலும், அமெரிக்காவிலும் புகுத்தப்பட்ட பல திருத்தங்களுடன் கிராம்ப்டன் நூற்றல் குதிரை நூல் திரிப்பைப் பேரளவு தயாரிப்புக்கு ஏற்றதாக்கிறது.

நவீன நூற்பு உத்தியில் இழைத் திரிகள் உருளைகளின் இடையே செலுத்தப்பட்டு இழுக்கப்படுகின்றன. இதனால் இழைகள் நீளமாகவும் மெல்லியவையாகவும் முறுக்கேற்றம் பெற்றவையாகவும் ஆக்கப்படுகின்றன. முறுக்கேற்றத்தின் அளவு நூலின் வலிவை அறுதியிடுகிறது. எனினும் மிகையான திரிப்பு வலிமை குன்றுவதற்குக் காரணமாகலாம். வலம்புரியாக முறுக்கப்படும் நூலை Z முறுக்கு நூல் என்றும், இடம்புரியாக முறுக்கப்படும் நூலை S முறுக்கு நூல் என்றும் குறிப்பிடுவர். துணியில் அலைவுத் தோற்றத்தை உண்டாக்கும் கிரேப் (crepe) நூல்களில் முறுக்கேற்றம் மிகையாகி இடை முறுக்கு (kink) என்னும் நிலை ஏற்படும். எதிரெதிர் முறுக்கேற்றங்களை ஒன்றிணைத்து, மாறுபட்ட ஒளி எதிரொளிப்பைத் தோற்றுவித்து உருவாக்கப்பட்ட துணியில் நிழல் விளைவுகளைப் புகுத்தலாம். தார்க் குழல்களில் நூலைச் சுற்றுவதால் நூற்புக் கட்டம் முழுமையடைகிறது.

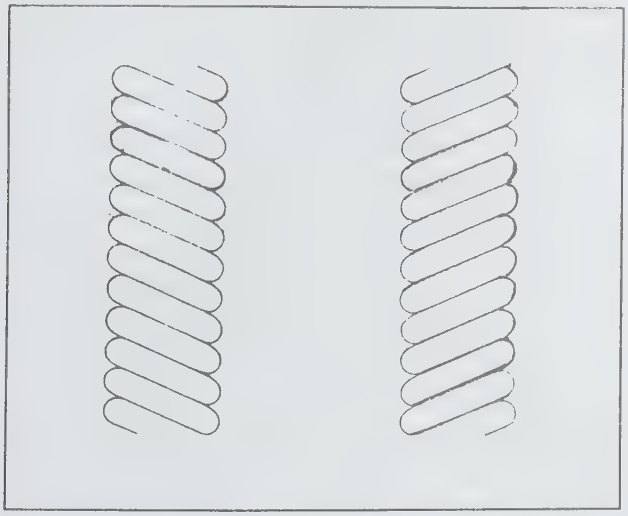
பட்டைப் புழுக்கூட்டிலிருந்து பிரித்து நேராக இழைத் தேக்கியில் சுற்றுதல் (reeling), பட்டுநூல் இழைகளை ஒன்றோடொன்று இணைத்துக் குறிப்பிட்ட தடிமனுக்கு வீசுதல் ஆகியன பட்டு நூல் தொழிலில் இன்றியமையாத கட்டங்களாகும்.

நூல் சிப்பங்கள். ஒரு குறிப்பிட்ட வகை நூலின் பயனையொட்டியே அதன் சிப்பங்கட்டும் வழிமுறை அமைகிறது. நூல்களைச் சுற்றுவதற்குப் பயன்படும் உருளைகளான தார்க் குழல்கள் (bobbin) மரம், அட்டைப்

பலகை, நெகிழி (plastic) ஆகியவற்றால் ஆனவை. நடுவேயுள்ள துளையைக் கொண்டு நூற்புக் கதிருடனோ வேறு தாங்கி அமைப்புடனோ பொருத்தப்படும். விளிம்புடன் கூடிய உருளைகள் கண்டுகள் (spools) எனப்படுகின்றன. கூம்புகளும் (cones) பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. சிட்டம் (skein) என்பது தாங்கி அமைப்பின்றி நூலைச் சுருள்களாகச் சுற்றுதல் ஆகும். ஒரு குழலின்மீது சுற்றப்படும் பிறிதோர் அமைப்புக்கு உருளை நூற்கண்டு (cheese) எனப் பெயர். இதில் நீளத்தைவிடக் குறுக்களவு கூடுதலாக இருக்கும்.

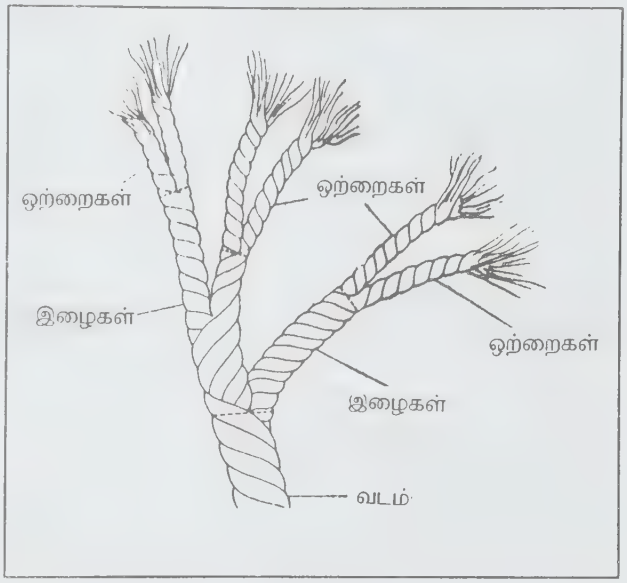
நெசவு விரைநாடாவுக்கு அவ்வப்போது பாவு அல்லது ஊடு நூல் வழங்குவதற்காகப் பீப்பாய் அமைப்பில் பயன்படும் கண்டு, தார்க்குச்சி (pirn) எனப்படும். பாவு நூல்கள் சுற்றப்பட்ட குவியமைப்புக் கொண்ட குழாய்கள் பெரும் இறகு (quill) எனப்படும். 5 அடி நீளமும், 10 அங்குல விட்டமும் கொண்ட, மரம் அல்லது உலோகத்தினாலான உருளைக்குத் தண்டுகள் (beams) எனப் பெயர்.

நூல் வகைப்பாடுகள். புரி எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில், ஒற்றை அல்லது ஒரு மடிப்பு (single or one ply) பல மடிப்பு அல்லது வடம் (cord or cable) என வகையிடுதல் எளிய முறையாகும். சிறிதளவே திரிப்பு அல்லது முறுக்கு கொண்ட நூல்கள் ஒற்றை நூல்களாகும். தக்க தடிமனில் பிழிந்து வார்க்கப்பட்ட (extruded) தொகுப்பு நீளிழைகள் இவ்வகையில் குறிப்பிடத்தக்கவை. S -முறுக்கு அல்லது Z முறுக்கினால் பிணைக்கப்பட்ட வெட்டிழைகளாலான நூல்களும் இத்தொகுதியிலடங்கும். பெரும்பாலான துணி வகைகள் இந்நூல்களைக் கொண்டே உருவாக்கப்படுகின்றன (படம் 1).



படம் 1

மடிப்பு நூல்கள் இரண்டோ இரண்டுக்கு மேற்பட்டோ எண்ணிக்கையிலான ஒற்றை நூல்களை ஒன்றோடொன்று முறுக்கித் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நூற்கப்பட்ட புரிகளிலிருந்து மடிப்பு நூல்கள் தயாரிக்கப்படுவதற்கு ஒற்றை நூல்கள் ஒரு திசையில் முறுக்கப்பட்டு, இணைக்கப் படும்போது மாறு திசையில் முறுக்கப்படுகின்றன. ஒற்றைப் புரிகளும், இறுதி இணைப்பு நூல்களும் ஒரு புறமாகச் சுற்றப்பட்டால் கிடைக்கப்பெறும் நூல் உறுதியும், கடின யாப்பும், நெகிழ்ச்சிக் குறைவும் கொண்டிருக்கும். கனரக தொழில்களில் பயன்படும் மோட்டா வகைத் துணிகள் தயாரிப்புக்கு இவ்வகை நூல்கள் ஏற்றவை. SZS, ZSZ, SSZ, ZZS என்னும் பல வகைகளில முறுக்கப்படும் நூல்கள் வடங்கள் எனப்படுகின்றன.(படம் 2).



படம் 2

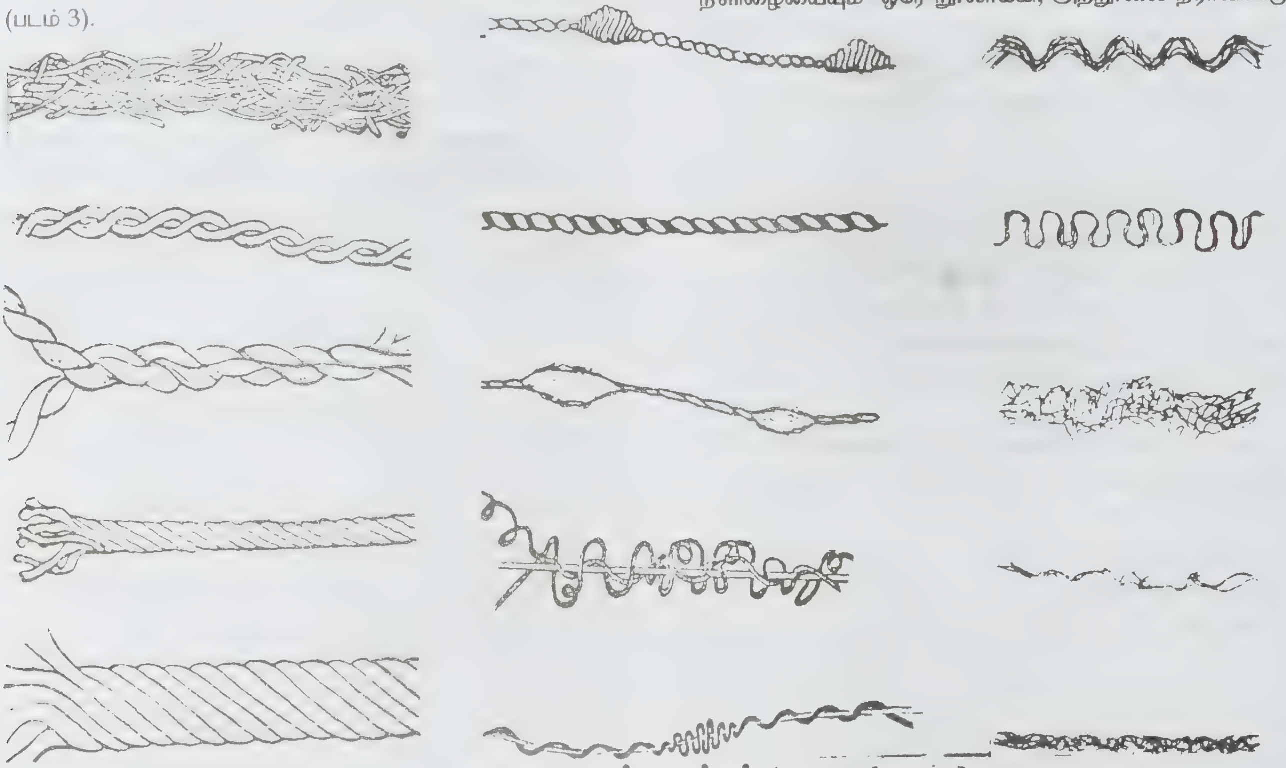
புது நய நூல்கள் (novelty yarns)**.** ஆங்காங்கே சிறு முண்டுகளைத் தோற்றுவித்தோ, மாறுபட்ட தடிமன் கொண்ட தொகுப்பு நூல்களைக் கொண்டோ புது நய நூல்களைத் தயாரிக்கலாம். இயற்கையிலேயே தோன்றும் ஒழுங்கின்மையை அகற்றுவதற்கு முற்படாமல் பட்டு, கம்பளி, லினன் போன்ற இயற்கை இழைகளைச் சீர்மையின்மையுடன் பயன்படுத்தும்போது, துணியில் இச்சீர்மையின்மை ஒரு புதிய கோலமாகிறது. தயாரிப்பு நிலையிலேயே கட்டுப் பாட்டுக்கேற்ற தொகுப்பு இழை நூல்களில் புதுமையைப் புகுத்தல் எளிதே.

யாப்பு நூல்கள் (textured yarns)**.** ஒளி ஊடுருவல், வழுக்கல், சிறு முடிச்சு விழுதல் ஆகிய குறைகளைத் தவிர்க்கும்பொருட்டு மேற்கொள்ளப்பட்ட இழை நயமேற்று முறைகள் (texturising processes) இன்று மேலும் பல

கூடுதல் பயன்களைத் தருகின்றன. இவை சிறப்புத் தோற்றத்தை நோக்கமாகக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட தொடர் நீளிழைகளாகும். தேய்க்கப்பட்ட நூல்களில் (abraded yarns) புறப்பரப்புகள் கடினமாக்கப்பட்டு அல்லது ஆங்காங்கே வெட்டப்பட்டுக் கூடுதல் முறுக்கேற்றம் தரப்பட்டு, முடியுடன் கூடிய தோற்றம் உருவாக்கப்படுகிறது (படம் 3).

பின்னலினால் உருவாக்கப்பட்ட வளையங்கள் சூட்டினால் நிலைப்படுத்தப் படுகின்றன. இந்நூல் பின்பு பிரிக்கப்பட்டு, சற்றே முறுக்கப்படுகிறது.

வேதி வழியில் கொள்ளளவைக் கூட்டுவதற்குக் குறை சுருக்கம் கொண்ட நீளிழையையும், மிகை சுருக்கம் கொண்ட நீளிழையையும் ஒரே நூலாக்கி, அந்நூலை நீராவியிடுவர்.



படம் 3 யாப்பு நூல்கள் (textured yarns)

உப்ப வைத்தல் (bulking). இம்முறையில் நூலின் காற்றுக் குமிழ்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன; இதனால் உறிஞ்சல் தன்மையும் காற்றோட்டமும் கூடுகின்றன. கம்பளி இழையில் இயல்பாகவே அமைந்திருக்கும் அலைவைப் பிற இழைகளில் செயற்கையாகப் புகுத்தலாம். சுருள், கண்ணி, வளையம் ஆகியவற்றை வெப்பத்தினாலோ, வேதி வினையினாலோ தோற்றுவிக்க இயலும். 1970ஆம் ஆண்டுவாக்கில் உப்பிய நூல்கள் மாறு முறுக்கம் (false twist) என்னும் முறையின் மூலம் உருவாக்கப்பட்டன. இந்தத் தொடர் செயல்முறையில் நீளிழை முறுக்கேற்றப்பட்டு நிறுத்தப்படுகிறது. பின்பு முறுக்கேற்றம் செய்யப்பட்டு, வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. நைலானுக்குத் திணிப்பெட்டி முறை (stuffing box) பயனாகிறது; இதில் நீளிழை ஒரு பெட்டியில் அடைக்கப்பட்டுச் சூடேற்றப்பட்டு, வெளியே இழுக்கப் படுகிறது. பின்னல் அவிழ்த்தல் (knit deknit) முறையில் ஒரு தொகுப்பு இழை பின்னப்படுகிறது; மீட்பு வகை நூல்களான ரேயான், அசெட்டேட் ஆகியவற்றை ஓர் அறையில் சூடான காற்றுத் தாரையால் அழுத்தச் சிதறலுக்குட்படுத்தும்போது, தாறுமாறான வளை யங்களாகப் பிரிந்து, கூடுதலான கொள்ளளவைப் பெறு கின்றன.

நீட்சி நூல்கள் (stretched yarns). சிறிது முறுக்கேற்றம் செய்யப்பட்டு, வெப்பப் பதிவுக்குள்ளாக்கி, முறுக்ககற்றம் செய்யப்படும்போது சுருள் அலைவு தோன்றி, அதன் விளைவாக வில் சுருள் தன்மை ஏற்றப்படுகிறது. பகுதி பிரிக்கப்பட்ட பாலி யூரித்தேனினாலான, உயர் மீட்சி கொண்ட தொகுப்பு இழையான ஸ்பான்டாக்ஸ் (spandex) நீட்சி நூல் தயாரிப்புக்குச் சிறந்ததாகும். இவ்விழைகளை மாற்றமின்றிப் பயன்படுத்தினால் உருவாகும் துணி ரப்பரின் புறப்பரப்பை ஒத்துள்ளது. இதன் காரணமாக, நூலின் உள்ளீடாக நீட்சி வகை இழையையும், உறையாக நீட்சித் தன்மையற்ற பிரிதோர் இயற்கை அல்லது தொகுப்பு இழையையும் கொண்ட நூல் தயாரிக்கப்படுகிறது. இயற்கை இழைகளில்

நீள் தன்மை புகுத்தப்படலாம்; எனினும், இச்செயல் முறையினால் இழையின் பிற இயல்புகள் பாதிக்கப்படுவதற்கு வாய்ப்புள்ளது. எனவே, நீட்சி இழையை இயற்கை இழையின் உறையிலிட்டு நூலாக்கம் செய்தல் தேவை.

உலோக நூல்கள் எனப்படுபவை தொகுப்பு இழையினாலான நூலுக்கு உலோகப் பூச்சு அளித்துப் பெறப்படுவனவாகும். உலோகத் தகடு வகை இழையின் இரு புறமும் தொகுப்பு இழை அமைத்து உடுக்கை அமைப்பைப் பெறலாம். எடுத்துக்காட்டாக, அலுமினியத் தகட்டிழையையும் பாலிஎஸ்ட்டர் படல இழையையும் இணைக்கலாம். தொகுப்பு இழையினாலான உள்ளக நூலின் மீது உலோகத் தகட்டைச் சுற்றியும் உலோக நூல் தோற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

பயன் அடிப்படையிலான வகையீடு

துணிக்கான நூல்கள். பொதுவாக, எந்த நூலையும் நெசவுக்கும் பின்னலுக்கும் பயன்படுத்தலாம். பாவு நூல்கள் ஊடு நூல்களைவிடக் கூடுதலான தகைவுக்குள்ளாகின்றன. எனவே, அவை வலிமை, வழவழப்பு, சீர்மை, முறுக்கு ஆகியவற்றைக் கூடுதலாகக் கொண்டுள்ளன. கஞ்சியிடல் மூலம் பாவு நூல்களின் வலிவைக் கூடுதலாக்கி, துணித் தயாரிப்பின்போது தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகளுக்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மை ஏற்றப்படுகிறது. பாவு நூல்களுக்கும் ஊடு நூல்களுக்கும் குறுக்களவில் வேறுபாடு இருந்தால், விலா எலும்புப் போன்ற தோற்றத்தைத் துணிக்கு ஏற்படுத்தலாம். மாறுபட்ட இழைகளைக் கொண்டு நூற்கப்பட்ட பாவு நூல்களையும் ஊடு நூல்களையும் இணைத்தோ மாறுபட்ட முறுக்கேற்றம் கொண்ட நூல்களைக் கலப்புச் செய்தோ, பிற இழைகளினாலான நெசவில் உலோக இழைகளைப் புகுத்தியோ சிறப்புத் தன்மைகளை ஏற்றலாம். பின்னல் வகைத் துணிகளில் மென்மை விரும்பப்படுவதால் எந்திரப் பின்னலுக்கான நூல்கள் தளர் முறுக்கேற்றம் கொண்டனவாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

கைவேலைப் பின்னலுக்கான நூல்கள். கைவேலைப் பின்னலுக்கான நூல்கள் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட மடிப்புகள் கொண்டவை. பல வகை உடைகளின் தயாரிப்புக்கான, சீர்மையான குறுக்களவு கொண்ட, இரு மடிப்பு அல்லது மும்மடிப்பு நூல்கள். குளிர்கால ஆடை, போர்வை ஆகியவற்றுக்கான நூல்கள் நான்கு மடிப்புக் கொண்டவை. மென்மையாகவும், தடித்தும், சற்றே கூடுதல் எடை கொண்டும் இருக்கும் இந்நூல்கள் ஜெர்மன் நகர நூல்கள் எனப்படுவன. குழந்தை, சிறார் குளிர்கால உடை, கண்கவர் போர்வை ஆகியவற்றுக்கான இரு மடிப்புக் கொண்ட, மென்மையான, இலேசான செட்லண்டு, மணிப் பின்னல் நூல் (worsted knitting yarns), முழுக் கம்பளி நூலான செ.ஃபிர் (zephyr), கைவேலைப் பூத்தையலுக்கான நூல் ஆகியனவும் இவ்வகையில் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

தையல் நூல். வட்ட வடிவமான முறுக்கு வெட்டும், சமமான முறுக்கேற்றமும் கொண்ட மடிப்பு நூல்களால் தையல் நூல்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. தையல் எந்திரங்களுக்கும் ஊசி நுழைவுக்கும் ஏற்ற நூல்கள் வழவழப்பானவையாவும், தைக்கும்போது உராய்வைத் தடுப்பனவாகவும், தையல் அறுந்துவிடாத அளவுக்குப் போதுமான நீட்சியுடையனவாகவும், சலவையின் போது மடிப்பு நைந்துவிடாத அளவுக்குப் போதிய வலிவுடையனவாகவும் இருத்தல் தேவை.

சிறப்புப் பயன்களுக்கான நூல்கள் தக்க திருத்தமுறைகளுக்குட்படுத்தப்பட வேண்டும். நீர் விலக்கும் துணிகளுக்கான நூல்களும் நீர் விலக்கும் இயல்பைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். தொகுப்பு இழைகளினாலான துணிகளைத் தைப்பதற்குப் பருத்தி நூல் ஏற்றதன்று; ஏனெனில், இவ்விருவகை இழைகளும் சுருங்கும் இயல்பில் மாறுபட்டவை. நெசவுத் துணிகளுக்கு மட்டுமே பருத்தி நூலைத் தையல் நூலாகப் பயன்படுத்த இயலும். பின்னல் துணிகளுக்குப் பருத்தித் தையல் நூல், தேவைப்படும் நீட்சியைத் தராது. நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர் தையல் நூல்கள் தொகுப்பு இழைத் துணிகளையும், பின்னல் வகைத் துணிகளையும் தைப்பதற்குச் சிறந்தவையாகும்.

நூல் அளவைகள். இழைச் சிணுக்கு எண் (count) என்னும் அளவை இத்துறையில் குறிப்பிடத்தக்கது. இதில் நூலின் நீளத்திற்கும் எடைக்கும் அல்லது குறுக்களவுக்கும் உள்ள தொடர்பு குறிப்பிடப்படுகிறது. உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் அளக்கும் முறைகள் தொடங்கப்பட்டு வளர்ச்சியுற்றமையால் சீர்மை தென்படுவதில்லை.

மறைமுக அளவு அமைப்புகள். இம்முறையில் நுண்மை மிகுந்த மிகச் சன்னமான நூல்களுக்குக் கூடுதலான இழைச் சிணுக்கு எண் வழங்கப்படுகிறது. ஓர் அலகு நிறைக்கான நீளம் இங்குக் குறிப்பிடப்படுகிறது. வெட்டிழைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் நூல்களைப் பெரும்பாலான நாடுகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளத்திற்கான எடையாக அளக்கின்றனர். ஒரு பவுண்டை நியம எடையாகக் கொண்டால், இவ்வெடையை எட்டுவதற்குத் தடித்த நூலைவிடச் சன்னமான நூலுக்குக் கூடுதலான நீளம் தேவை. இதன் காரணமாகவே சன்னமான நூலின் இழைச் சிணுக்கு எண் கூடுதலாகவுள்ளது. ஒரு பவுண்டு எடை கொள்வதற்குத் தேவைப்படும் நூல் நீளம் இவ்வலகின் எண் மதிப்பாகும்.

அமெரிக்காவில் ஒரு பவுண்டுக்கு எத்தனைச் சிட்டங்கள் (hauks) என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. பொதுவாக, பருத்திக்கு 840 கெஜம், லினனுக்கு (ஒரு குஞ்சம்) 300 கெஜம், கம்பளி நூலுக்கு 256 கெஜம், மணிக்கம்பளிக்கு 560 கெஜம் என்பது இவ்வமைப்பின் அடிப்படை.

டெணியர் (denier) அமைப்பு. இது ஒரு நேரடி அளவை முறையாகும். டெணியர் எண் 9000 மீட்டர் நீளிழையின் கிராம் எடையாகும். எடுத்துக்காட்டாக, 9000 மீட்டர் நீள நூல் 15 கி. எடை கொண்டிருப்பின், அந்நூலின் டெணியர் எண் 15 ஆகும். பருத்தியின் இழைச் சிணுக்கு எண்ணுக்கும் டெனியருக்கும் உள்ள தொடர்பு:

$$32s \text{ பருத்தி இழைச் சிணுக்கு எண்} = \frac{5315}{32} = 166 \text{ டெணியர்}$$

$$100 \text{ டெணியர்} = \frac{5315}{100} = 53.15s \text{ பருத்தி இழைச்சிணுக்கு எண்.}$$

டெக்ஸ் முறை. 1 கி.மீ. நூலின் கிராம் எடை டெக்ஸ் எனப்படும். இழைகளின் நுண்மை மில்லிடெக்ஸ் என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது. வடங்கள் போன்ற முரட்டு நூல்களுக்குக் கிலோ டெக்ஸ் என்னும் பெரிய அலகு பயனாகிறது.

டெக்ஸ் = கிராம்/கி.மீ.

மில்லி டெக்ஸ் = மி.கிராம்/கி.மீ.

கிலோ டெக்ஸ் = கி.கிராம்/கி.மீ.

டெக்ஸ் = டெணியர் × 0.1111

நூல் சிணுக்கு எந்த அலகில் குறிப்பிடப்பட்டாலும், நூலின் நீளமும், நிறையும் துல்லியமாக அளக்கப்பட வேண்டும்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணிப் பாதுகாப்பு

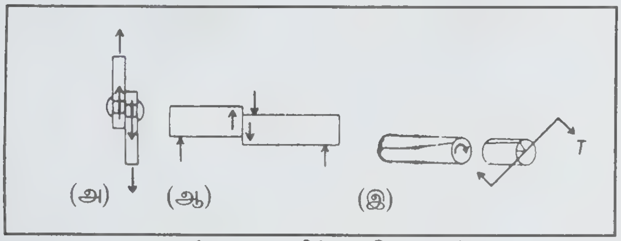
ஒரு துணிக்குத் தேவையான பாதுகாப்பு அந்தத் துணியின் இழை, நூல், நெசவு முறை, மேற்பரப்புச் சீர்செய்தல் முறை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. மேலும் துணியின் உள்ளுறுப்புகளான புரி, மேல் உறை அல்லது புறணி ஆகியவற்றின் நெசவமைப்பும் துணிப் பாதுகாப்பில் கருதவேண்டிய கூறுபாடுகளாகும். துணிக்குத் தேவையான பாதுகாப்பும் துணி தேர்ந்தெடுப்பதைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மிக விரிவான பாதுகாப்பு முறைகளைக் கையாள வேண்டிய துணிகளைப் பெரும்பாலான நுகர்வோர் விரும்புவதில்லை. ஆனால் சில நுகர்வோர் தாம் பயன்படுத்தும் துணிகளின் பாதுகாப்பு முறைகளை நன்கு அறிந்துள்ளனர். துணித் தயாரிப்பாளர்கள் வீட்டில் சலவை செய்வதற்கு ஏற்பத் துணிகளைத் தயாரிக்க வேண்டும் . அதற்குத் தேவையான பாதுகாப்பு முறைகளை உருவாக்கி ஆடை விளம்பரத்தாளில் அவற்றைக் குறிக்க வேண்டும்.

பாதுகாப்புத் தாள்கள் வீட்டு ஆடைகளில் மட்டுமல்லாமல் அனைத்துத் துணி வகைகளிலும் இன்றியமையாதவை. 1976, 77 இல் கூட்டு வணிக ஆணையம் (The Fedral Trade Commission) துணிப் பாதுகாப்புத்தாள்கள் பற்றிய ஆய்வை மேற்கொண்டது. அப்போது நுகர்வோருக்குப் பு ரியாத கருத்துகள் பற்றிய புதுவித மாற்றங்களுக்கான ஒழுங்கு முறை விதிகள் உருவாக்கப்பட்டன. இவ்விதிகள் தோல் மற்றும் மென் மயிர்த் (suede) துணிகளுக்கும் பின்னல் நூல் துணிகளுக்கும் பொருந்தும்படி உருவாக்கப்பட்டன. மேலுறையிட்ட வீட்டுப் பொருள்கள், விரிப்புகள் பற்றிய குறிப்புகள் இதில் உள்ளன. அதன்படி நுகர்வோர் இருப்பிடங்களிலேயே துணிப்பாதுகாப்பு மற்றும் அன்றாடப் பேணுதல் ப ற்றிய குறிப்புரைகள் தர வேண்டும். துணியின் பாதுகாப்பு அதிலுள்ள அடிப்படை இழைகளின் இயல்புகளைப் பொறுத்தது. மிக அறிவு வாய்ந்த நுகர்வாளர் இழைகளின் இயல்புகளை அறிந்து துணியை ஆராயும் போது நூல் நெசவு முறை, சீர்செய்தல் முறை ஆகியவற்றுக்கும், பாதுகாப்புக்கும் உள்ள தொடர்பை உய்த்துணர்ந்து தக்க பாதுகாப்பு முறைகளைப் பயன்படுத்துவர்.

துணிப் பாதுகாப்பில் சலவை முறை அறிவும் பயன்படும். புதிய உடைகளில் சலவை முறைகளைக் கேட்டறிந்து பயன்படுத்துவது நுகர்வோரின் கடமையாகும். பாதுகாப்பு விளம்பரத்தாளில் உள்ள செய்திகள் சிறந்த வழிகாட்டிக் குறிப்புகளாகப் பயன்படும். நல்ல தயாரிப்பாளரும், விற்பனையாளரும் நன்கு பயன்படக்கூடிய துணிகளையே பரிந்துரைப்பர். பொறுப்பு வாய்ந்த நுகர்வோர் துணி வாங்கும் முன் துணியின் தரத்தை நன்கு மதிப்பிட்டு, வாங்கியபின் அணிவதற்கேற்ற, நிறைவு தரத்தக்க பாதுகாப்பு முறைகளைப் பின்பற்றுவர்.

துணிப்பு

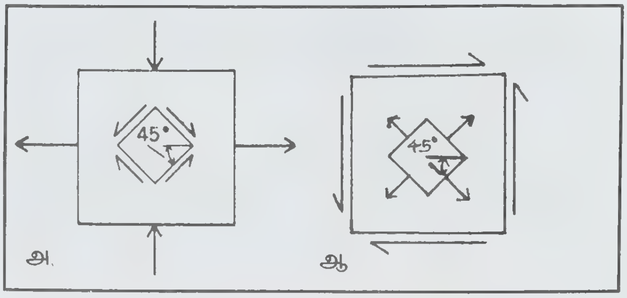
செயல்படுத்தப்பட்ட விசையால், வழுக்கல் அல்லது கோணல் வகை வடிவழிவை ஏற்படுத்தும் ஒரு திரிபு செயலிற்குத் துணிப்பு (shear) என்று பெயர். ஒரு துணிப்பு விசை தளத்திற்கு இணையாகச் செயல்படுவதை நீட்சி அல்லது அமுக்க வரிசைகளிலிருந்து பிரித்தறிய முடிகிறது. இது தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும். விசையமைப்பு ஏற்படுத்தும் துணிப்புச் செயல், தறை ஆணியால் (rivet) ஒரு தகட்டிலிருந்து பிறிதொன்றிற்குக் கடத்தப்படும் விசையாக இருக்கிறது. இது தறை ஆணிக்குத் துணிப்பை உட்படுத்துகிறது. உத்திரத்திலுள்ள விசைகள் குறுக்குத் துணிப்பால் அருகிலுள்ள பகுதிகளுக்கு இடம்பெயரச் செய்யும். மேலும் சட்டத்தின் குறுக்கு வெட்டின் மேல் செயல்படும் விசைகள், முறுக்குத் துணிப்பால் (torsional shear) முறுக்கம் செய்யப்படும் (படம் 1). துணிப்பு விசைகள் இழுவிசை, அமுக்கம் அல்லது வளைதல் ஆகியவற்றால் ஏற்படுத்தப்படும் இயல்பான விசைகளை எப்போதும் பின்தொடர்கின்றன.



படம் 1. துணிப்பு விசைகள்

(அ) தறை ஆணி மீதான ஒற்றைத் துணிப்பு
(ஆ) சட்டத்தில் செயல்படும் குறுக்குத் துணிப்பு
(இ) முறுக்கம்

துணிப்புத் தகைவு என்பது பரவலடைந்த விசையின் செறிவு ஆகும். இது விசை/ஓரலகு பரப்பு எனக் குறிப்பிடப்படும். ஒரு தகைவு பெற்ற பொருளின் ஒரு புள்ளியில் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான தளங்கள் மீதான துணிப்புத் தகைவு சமமாகும். இயல்பான தகைவுகள் இராதபோது, தகைவின் நிலை ஒரு தூய துணிப்பு ஆகும். இது சாய்வான தளங்களின் மீது இயல்பான மற்றும் துணிப்புத் தகைவுகளைத் தூண்டும். ஒரு பிரிவின் தளத்திற்கு 45^0 இல் அமைந்திருக்கும். தூய துணிப்பு, ஈரச்சு இழுவிசைக்கு (bi-axial tension) உட்பட்டிருக்கிறது. மேலும் அழுத்தம், துணிப்புத் தகைவிற்குச் சமமாக உள்ளது (படம் 2அ). இதே போலத் தூய துணிப்பு, சமமான மற்றும் எதிர்த்திசை ஈரச்சுத் தகைவுகளால் தூண்டப்படுகிறது (படம் 2 ஆ). தூய துணிப்பு என்பது ஒரு புள்ளியிலுள்ள பெரும் துணிப்புத் தகைவு ஆகும். தொகுப்புத் தகைவுகளில், முதன்மைத் தகைவுப் பகுப்பாய்விலிருந்து துணிப்புத் தகைவு கண்டறியப்படுகிறது



படம் 2. தூய துணிப்பின் நிலை

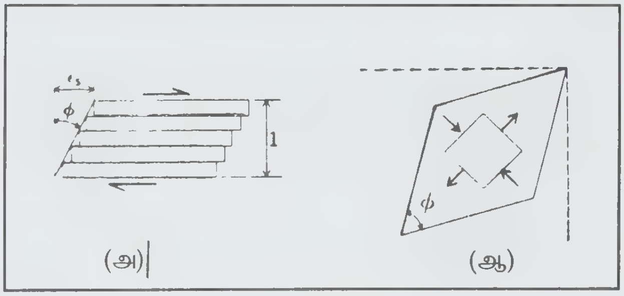
(அ) துணிப்பு உண்டாக்கும் ஈரச்சு இழுவிசையும் அமுக்கமும்

(ஆ) ஈரச்சுத் தகைவுகளால் தூண்டப்படும் துணிப்பு

துணிப்புத் திரிபு என்பது ஓரலகு தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு இணையான தளங்களின் இடப்பெயர்ச்சி E_s ஆகும். இது தளங்களின் மீது துணிப்புத் தகைவைச் செயல்படுத்த வைக்கிறது. துணிப்பு உருக்குலைவு என்பது பிரிவு இல்லாமல் வழுக்கல் அல்லது அனைத்துத் தளங்களும் துணிப்பு விசைக்கு இணையாக நெருக்கம் பெற்றிருத்தல் ஆகும் (படம் 3அ). ஓர் அலகு தொலைவிலுள்ள தளங்களுக்கான துணிப்பைப் பின்வரும் தொடர்பு விளக்குகிறது.

$$Es = \tan\phi = \phi \text{ ரேடியன்கள்}$$

இங்கு ϕ என்பது சிறு உருக்குலைவுக் கோணம் ஆகும்.



படம் 3. துணிப்பு

(அ) திரிபு (ஆ) உருக்குலைவு

விறைப்புக் குணகம் E_s என்பது மீட்சியிலுள்ள குணகமாகும். ஹுக் விதியின்படி, மீட்சிப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும்போது துணிப்புத் தகைவு Ssஇற்கும் துணிப்புத் திரிபு Ss/ϕ இற்கும் உள்ள விகிதமே விறைப்புக் குணகம் ஆகும்.

துணிப்பு உருக்குலைவிற்குப் பிறகு, துணிப்புத் திரிபால் செங்குத்துப் பிரிவின் கோணம் மாறுபடுகிறது (படம்-3ஆ).

முலைவிட்டங்களின் தொலைவு மாற்றம் ஈரச்சுத் திரிபைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

$$E_s = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

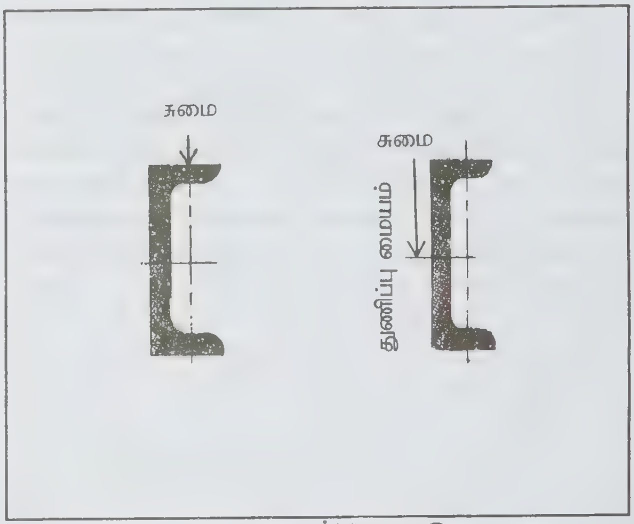
இங்கு E என்பது யங் குணகம், μ பாய்சன் விகிதம், ஆய்வு மூலம் கண்டறியும் E_S, E இன் மதிப்புகளைக் கொண்டு μ இன் மதிப்பைக் கண்டறியலாம்.

- பெ. துரைசாமி
- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

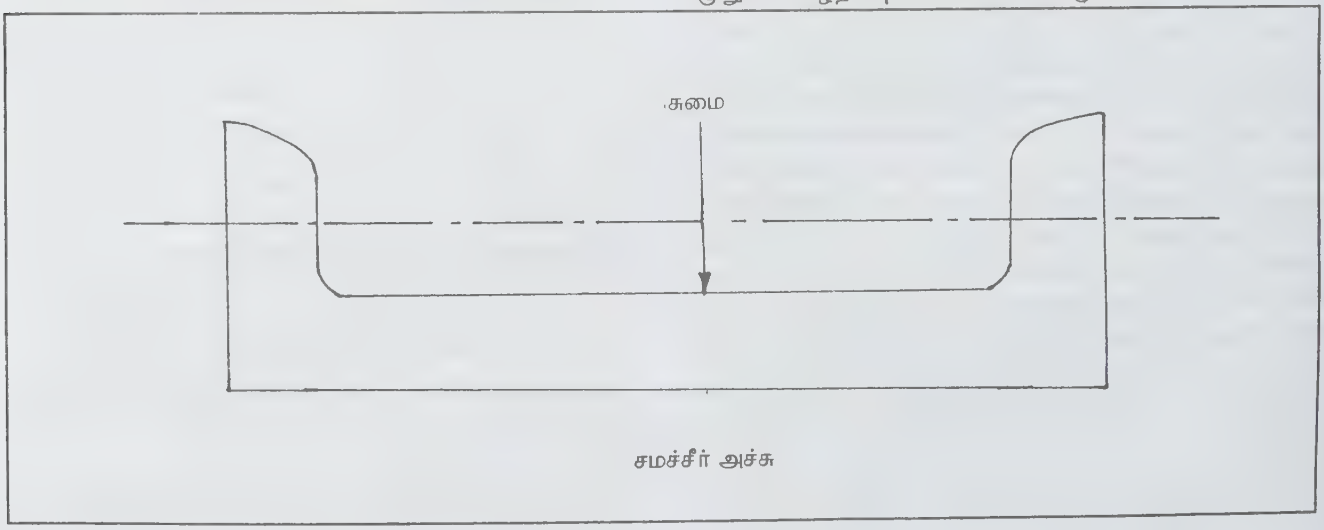
துணிப்பு மையம்

ஓர் அமைப்பியல் உறுப்பின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பில் எந்த ஒரு புள்ளியில் துணிப்பு விசை முறுக்கம் (twisting) ஏற்படுத்தாமல் செயல்பட முடியுமோ, அப்புள்ளியே துணிப்பு மையம் (shear centre) எனப்படும். I வடிவ உத்திரம் போன்ற உறுப்புகளில் இரு சமச்சீர் அச்சுகள் உள்ளன. இவற்றில் துணிப்பு மையம், உத்திரத்தில் ஈர்ப்பு மையம் அல்லது பரப்பு மையம் ஆகியவற்றுடன் ஒன்றி அமையக்கூடியது. இத்தகைய உத்திரத்தில் சுமை குறுக்காக ஏற்றப்படும்போது அது வளையுமே தவிரக் குறுக்கம் விளைவிக்காது. சுமை ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் மட்டுமே ஒரு தளத்தில் செயல்படுமானால் அத்தளத்தில் உருவாகும் முறுக்கத்திறன் சமநிலைப்படுத்தப்பட்டு முறுக்கம் (twist) தவிர்க்கப்படுகிறது. அப்போது அக்குறிப்பிட்ட புள்ளி, துணிப்பு மையம் எனப் படுகிறது.

கிடைநிலையில் இறுத்தப்பட்ட கால்வாய் போன்ற உறுப்பு சுமையினைச் சமச்சீர் அச்சில் (axis of symmetry) தாங்கும் போது வளைவினை எதிர்த்துத் தாங்குகிறது. படம் (ஆ) - இல் கால்வாய் மீது சுமை ஈர்ப்பு மையத்தில் செலுத்தப்பட்டாலும் சமச்சீர் அச்சில் தாங்கப்படவில்லை. விளிம்புகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் துணிப்புத் தகைவுகளின் பயனிலைகள் (resultant) ஒரு விசை இரட்டையாக அமைந்து முறுக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. படம் (இ) -ல் கால்வாய் உறுப்பு, சுமையைத் துணிப்பு மையத்தில் தாங்குவதால் இவ்விசை பரப்பு மையத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் திருப்புமை, விளிம்புத் தகைவுகள் தோற்றுவிக்கும் முறுக்கத்திற்கு எதிராகச் செயல்பட்டு முறுக்கம் தவிர்க்கப்படுகிறது. ஒரு தளத்தில் துணிப்பு மையத்தின் இருப்பிடம் அத்தளத்தின் நீள அகல அளவிகளைப் பொறுத்தே அமையும். அமைப்பியல் உறுப்பில் துணிப்பு விசை செலுத்தப்படும்போது மட்டுமே முறுக்கச் சுழற்சியும் விளைவிக்கப்படும்.



படம் (ஆ) (இ)



படம். (அ)

L, I போன்ற வடிவங்களுக்கு விளிம்புகள் சந்திக்கும் புள்ளிகளே துணிப்பு மையங்களாக அமையும். ஏனைய வடிவங்களுக்கு அவற்றின் அளவீடுகளையொட்டிக் கணக்கிட்டுக் காணவேண்டும் (காண்க படங்கள் ஈ, உ).

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

துணிப் பொருள்கள்

மனிதகுலத்திற்குச் சூழ்வெளித் தாக்கத்திலிருந்து பாதுகாப்பு அளிப்பதுடன் அறைகலன் உறை, திரைச்சீலை, தரைவிரிப்பு, சுவர் விரிப்பு, வானொலிப் பெட்டி, தொலைக்காட்சிப்பெட்டி உறை போன்றவற்றையும் துணிகளின் வாயிலாகப் பெறமுடிகிறது. மேற்கூறிய வீட்டுப் பயன்கள் தவிரத் தொழிலகங்களிலும் டயர் வலிவூக்கம், கூடாரம் சுமந்து செல்லி, மின்காப்பீடு, வடிகட்டும் அமைப்பு ஆகியவற்றிலும் துணிகள் பயனாகின்றன. துணிகள் வெட்டிழைகளிலிருந்தோ, நீளிழைகளிலிருந்தோ நெசவு பின்னல், ஒட்டல் முறைகளில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இழைகளும் நீளிழைகளும் நூல்களாக முறுக்கப்பட்டு, நூல்கள் கோத்தோ, பின்னியோ தள அமைப்புக் கொண்ட துணிகளாக்கப்படுகின்றன. இழைகளை இணையாகவோ, குறுக்காகவோ ஒழுங்குபடுத்தி, அவற்றிடையே உருவாக்கப்படும் வலையை (web) ஜெலேட்டின், ரப்பர் பால் ஆகியவற்றினால் பிணைப்பு ஏற்படுத்தி நெய்யாத் துணிகளைத் (non woven fabrics) தயாரிக்கலாம்.

இழைகளைப் பொதுவாக இயற்கை இழைகள், செயற்கை இழைகள் என்று வகையிடலாம். இயற்கை இழைகளில் தாவர வகை, விலங்கின வகை, கனிம வகை என்னும் உட்பிரிவுகள் உள்ளன. பருத்தி, சணல், ஆளிவிதை நார் (linen), கற்சணல் (hemp), ரமி ஆகியன தாவர வகையாகவும், பட்டு, கம்பளி, புரத இழைகள் ஆகியன விலங்கின வகையாகவும், கண்ணாடி, கல்நார் ஆகியன கனிம வகையாகவும் விளங்குகின்றன. செயற்கை இழைகளில் இயற்கை இழைகளை மறுவடிவமாக்கிப் பெறப்படுவன என்றும் முழுதுமாகத் தொகுப்பு முறையில், தொழிலகத்தில் தயாரிக்கப்படுவன என்றும் பிரிக்கலாம். மறுவடிவமாக்கப்பட்ட இழைகளில் ரேயானும் (மறு வடிவமாக்கப்பட்ட செல்லுலோஸ்), அஸ்லானும் (மறு வடிவமாக்கப்பட்ட புரதம்) குறிப்பிடத்தக்கன. முழுமையாகச் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட இழைகளுள் நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக் ஆகியன மிகுதியும் பயனாகின்றன. துணித் தொழில் சிக்கல் மிகுந்தது. பருத்தி, சணல் போன்ற துணிகளுக்கு வேளாண்மையிலும், கம்பளிக்கு ஆடு வளர்ப்பிலும், பட்டுக்கு முசுக்கொட்டை இலைச்செடி வளர்ப்பிலும், ரேயானுக்கு யூக்கலிப்டஸ் மர வளர்ச்சியிலும் அடித்தளங்கள் இடப்படுகின்றன. அமெரிக்கா, ரஷ்யா, சீனா ஆகிய மூன்று நாடுகளும் பருத்தித் தயாரிப்பில் முன்னிலை கொண்டுள்ளன. செயற்கை இழைத் தயாரிப்பில் அமெரிக்காவும், ஐரோப்பிய நாடுகளும் உலகின் மொத்த இழைத் தயாரிப்பில் 50% என்னும் அளவிலுள்ளன.

புதிய தொழில்நுட்ப உத்திகளும், அணிபவரின் வகை வகையான தேவைகளும் புதுப் புது இழைகளை உருவாக்க அடிப்படையாயின. ரப்பர் வகை இழைகள் (ஸ்பாண்ட க்ஸ்), பளிச்சிடும் வெள்ளை இழைகள் (மோடாக்ரிலிக்) என்பனவுடன் இழை இனக்கலப்பும் இத்துறையில் பெரிய புரட்சியைத் தோற்றுவித்துள்ளது. கலப்பின இழைகளில் மிகுதியான உருவாக்கக் கூறுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

பருத்தி, கம்பளி, பட்டுப் போன்ற மரபு இழைகளுக்குப் பின் பெரிய அளவில் தயாரிக்கப்பட்ட முதல் இழை ரேயானாகும். நால்வகைத் தயாரிப்பு முறைகளில் நால்வகை ரேயான்கள் (குப்ரமோனியம், விஸ்கோஸ், சார்டோனெட், அசெட்டேட்) முதல் உலகப் போருக்குப் பின் புகழ் பெற்றிருந்தன. முழு முதல் செயற்கை இழையாக 1940 இல் புகுத்தப்பட்ட நைலான் இன்றளவும் தேவை மிகுந்து விளங்குகிறது. 1950 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் பாலிஎஸ்ட்டர் (டெரிலின், டெக்ரான் எனும் வணிகப் பெயர் பெற்றவை) நெசவுத் தொழிலை நசியச் செய்தது. தற்போது, முற்றிலும் வேறுபட்ட பத்துக்கும் மேற்பட்ட தொகுப்பு இழைகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

உருகு நிலை, உலர்நிலை, ஈரநிலை நூற்பு எனும் பிழிந்து வார்த்தல் (extrusion) முறைகளின் வாயிலாகத் தொகுப்பு இழைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. உருக்கு நூற்பில் (melt spinning) உருகிய பல்லுறுப்பிப் பொருள் ஒரு நுண்துளை முகப்பு (spinneret) வழியே அழுத்தத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. நுண்துளைகள் வழியே பீச்சி அடிக்கப்படும் நீர்மம் காற்றில் குளிர்ந்து இழை வடிவம் பெறுகிறது. இழையின் குறுக்களவு பீச்சுதலின் விரைவைப் பொறுத்தது. இழையின் குறுக்குத் தோற்றம் துளை முகப்பிலுள்ள துளைகளின் வடிவத்தைப் பொறுத்தது. உருக்கு நூற்பு, செலவினம் குறைந்த செயல்முறை யாயினும், அதை நிகழ்த்துவதற்கு உருகுநிலையில் வெப்பச் சிதைவுறாத இழைப் பொருளே ஏற்றதென்பதால் நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர் போன்ற ஓரிரு இழைகளே இம்முறையில் நூற்கப்படுகின்றன. உலர் நூற்பில் (அசெட்டேட், டிரை அசெட்டேட், அக்ரிலிக் போன்றவற்றுக்கான முறை) பல்லுறுப்பி தக்க கரைப்பானில் கரைக்கப்பட்டு, கரைசல்

நுண்துளை முகப்பு வழியே வெப்ப மேலீடு கொண்டதொரு பகுதியில் பீச்சப்படுகிறது. உயர் வெப்பநிலையில் கரைப்பான் ஆவியாக வெளியேறிவிடுவதால் கரைபொருள் இழை வடிவம் பெறுகிறது. ஈர நூற்பு முறையில் தக்க பல்லுறுப்பியோ அதன் வழிப்பொருள்களோ ஒரு கரைப்பானில் கரைக்கப்பட்டு, கரைசல் நூற்புச் சல்லடை வழியே மற்றொரு கரைசலில் பீச்சப்படுகின்றது. இரண்டாம் கரைசலில் பீச்சப்படும் தாரை நடுநிலையாக்கப்பட்டு, இழைப்பொருள் வீழ்படிவாக்கம், விஸ்கோஸ் ரேயான், ஸ்பாண்டாக்ஸ் போன்றன இவ்வாறு நூற்கப்படுகின்றன.

நூற்கப்பட்ட நீளிழைகள் இழுத்தல் (drawing) மூலமாக மீட்புறாத வகையில் நீட்டப்படுகின்றன. படிகமாக்கலினால் இந்நிலை உறுதியாகிறது. இதன் விளைவாக இழைகளில் முகப்பு நிலை (orientation) தோன்றுகிறது. அதாவது, திசையொவ்வாப் பண்பின் (anisotropy) வெளிப்பாடாக நீளவாகிலும் குறுக்குவாகிலும் பண்புகள் மாறுபட்டு அமைந்துள்ளன. இவ்வகையில் இழைகள் ரப்பர் களினின்றும், நெகிழிகளினின்றும் வேறுபட்டுள்ளன. ஒரு புது உத்தியில் நூற்பும் இழுப்பும் ஒரே கட்டமாக்கப்பட்டு மிக விரைவு நூற்பு என்னும் தொழில்நுட்பமாகச் செயல்படுத்தப்படுகிறது. நிமிடத்திற்கு 6000 மீ. என்னும் வேகத்தில் இழை நூற்கப்படுகிறது. பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளுக்கு இம்முறை சிறந்ததாக அறியப்பட்டுள்ளது.

பட்டைத் தவிர மற்ற இயற்கை இழைகள் யாவும் குறிப்பிட்ட நீளங்களைக் கொண்டுள்ளன. நூல்களாக்கப்படுவதற்கு முன்பு இவை தூய்மையாக்கப்பட வேண்டும். மாறாக, தொகுப்பு இழைகள், (man made fabrics) தொடர்ச்சியான நீளிழைகளாக உருவாக்கப்பட்டு, பல்லிழை நூல்களாக்கப் படுகின்றன அல்லது செயற்கை இழைகள் சிற்றிழைகள் வெட்டப்படுகின்றன. நீளிழைகளுடன் ஒப்பிடுகையில் சிற்றிழை வகை நூல்கள் (staple fibre yarns) மென்மையும், கூடுதல் கொள்ளளவும் கடினமான புறப்பரப்பும் கொண்டுள்ளன. அண்மைக் காலங்களில் வெட்டிழை நூல்களின் பண்புகளைத் தொடர்ச்சியான நீளிழைகளுக்குப் புகுத்துவதற்காக யாப்பு வழிமுறைகள் தொகுக்கப் பட்டுள்ளன. இழைகளிலிருந்து துணி தயாரிக்கும் முறைகள் பெரும்பாலும் இயற்கை இழைகளின் இயற்பியல் மற்றும் வடிவப் பண்புகளுக்கு ஏற்றனவாகவே உருவாக்கப்பட்டன. இதன் விளைவாகப் பருத்தி நூல் தயாரிப்பு முறை, கம்பளி நூல் முறை, மணிக்கம்பளி நூல் முறை போன்றவை வழக்கிலுள்ளன. கம்பளி முறைக்கும் மணிக்கம்பளி முறைக்கும் உள்ள அடிப்படை வேறுபாடு 'வார்சல்' முறையால் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைக்கப்பட்ட நீண்ட கம்பளி இழைகளை மணிக்கம்பளி நூல் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துவதேயாகும். பருத்தி இழைகளைச் சீப்பினால் வாரி ஒழுங்குபடுத்தலாம் (combing) அல்லது ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைத்து மாசகற்றம் (carding) செய்யலாம். நூல் தயாரிப்பில் தூய்மையாகப் பொறுக்குதல், இணையாக்கம், சீராக்கல், இழுத்தல், சுற்றுதல், நூற்பு, முறுக்குதல், அடுக்குதல் (plying), மீண்டும் சுற்றுதல் எனப் பல கட்டங்கள் அடங்கியுள்ளன.

நெசவின்போது பாவு நூல்கள், நிரப்பு நூல்கள் எனத் துணிகள் இரு கூறுகளாகப் பிரித்தறியப்படுகின்றன. தறியில் பாவு நூல்கள் நன்கு இழுத்துப் பிடிக்கப்பட்டு, நிரப்பு நூல்கள் அவற்றுக்கு 90° கோணத்தில் பல்வேறு கோலங்களாகப் புகுத்தப்படுகின்றன. நிரப்பு நூல்களைவிடப் பாவு நூல்கள் முறுக்கேற்றம் கூடியனவாகவும், நீட்சி குறைந்தனவாகவும் இருக்கும். பின்னல் வகைத் துணிகளின் தயாரிப்புக்குப் பயனாகும் நூல்களில் முறுக்கேற்றம் மிகக் குறைந்தும், நீட்சி மிகக் கூடியும் இருத்தல் வேண்டும்.

தயாரிக்கப்பட்ட துணிகள் சாயமிடல் அல்லது அச்சிடலுக்குட்படுத்தப்படுகின்றன. இச்செயல்முறை இழையின் தன்மையையும், துணியின் பயனையும் பொறுத்துத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். சாயம் அல்லது சாயக்கலவையில் நீரியக்கரைசலில் துணியை நனைத்து எடுத்தல் மரபு வழிச் சாயமிடல் முறையாகும். சாயம் துணியிலும் கரைசலிலும் பரவிவிடுகிறது. பெரும்பாலும் துணிக்குச் சாயமிடுதலே வழக்கமாயினும், மூலப் பொருள்களான சிற்றிழை, நூல் ஆகியவற்றையும் இருத்தி வைக்கிறது என்றாலும், இழையுடன் வினையுற்று நிலைத்த நிலையுறுகிறது. வணிக முறைச் சாயமிடல் $100^\circ C$இல் நிகழ்த்தப்படுவதால் மிக விரைவுடன் செயல்படுகிறது. பாலி எஸ்ட்டர் போன்ற சில இழைகளுக்குச் சாயமிடலை $130^\circ C$இல் நிகழ்த்த வேண்டியுள்ளமையால் அழுத்தத்தில் செயலாக்கப் படுகிறது. அமில, கார, நேரடி, கந்தக, தொட்டி, சிதறல், வினையுறு என பலவகைச் சாயப்பொருள்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு வகை இழைக்கு நல்ல ஊன்றுகை பெற்றிருக்கும். இழைக் கலப்பு, சாயக் கலப்பு எனத் திருத்தங்களை மேற்கொள்வதால் துணிகளின்மீது வண்ணக் கோலங்களைப் பதிக்கலாம். சாயமிடலில் நீரில் கரையும் சாயங்களைப் பயன் படுத்துவதுபோல் அச்சடிப்பில் நீரில் கரையாத நிறமிகளைப் பயன்படுத்தித் திறன்மிக்க, வனப்புமிகு விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

சிறப்பான புறப்பரப்புத் தோற்றங்களை உருவாக்கும் நோக்கத்துடன் எந்திர வகைச் சீர்செய்தல் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. இழையைச் சுண்டியிழுத்தல்

இயற்கை இழைகளாலான துணிகளில் கறை நீக்கம்

கறை வகை	துணி இழை வகை	கறை போக்கும் செயல்முறை விவரம்
அமிலம்	அனைத்து வகைகளும்	அம்மோனியாவினால் நடுநிலையாக்கல்
ஒட்டுவிப்பிப்பட்டை	அனைத்து வகைகளும்	பனிக்கட்டித் துண்டுகளால் குளிர்வித்துத் தூளாக்குதல்; பின்பு பெர்குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரைப்பானால் கரைத்தல்
ஆல்கஹால் வகைப் பானங்கள்	அனைத்து வகைகளும்	நீரில் நனைத்து, அசெட்டிக் அமிலத்தில் கழுவி மீண்டும் நீரில் கழுவுதல்.
காரப்பொருள்	அனைத்து வகைகளும்	அசெட்டிக் அமிலத்தினால் நடுநிலையாக்கல்
குருதி	பட்டு, கம்பளி	நீரில் நனைத்து நுரைப் பஞ்சினால் ஒற்றியெடுத்தல்
வெண்ணெய்	அனைத்து வகைகளும்	பெர்குளோரோ எத்திலீன் அல்லது பிறிதொரு கரைப்பானால் ஒற்றியெடுத்தல்
வத்தி மெழுகு	அனைத்து வகைகளும்	சுரண்டி அகற்றி, பின்பு பெர்குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரைப்பானால் ஒற்றியெடுத்தல்.
அதக்கும் பிசின் (Chewing gum)	அனைத்து வகைகளும்	பனிக்கட்டியால். தேய்த்து நீரில். நனைத்து, பெர் குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரிமக் கரைப்பானால் ஒற்றியெடுத்தல்
சாக்லெட்	பருத்தி, லினன்	நீரில் நனைத்து, ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலால் கழுவுதல்
	பட்டு, கம்பளி	நீரில் நனைத்து ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு கரைசலால் கழுவுதல்;
கா:.பி	பருத்தி, லினன்	நீரில் நனைத்துத் துலக்குதல்
	பட்டு, கம்பளி	நீரில் நனைத்து ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு கரைசலால் கழுவுதல்,
முட்டை	பருத்தி, லினன்	நீரில் நனைத்துக் கழுவுதல்
	பட்டு, கம்பளி	நீரில் நனைத்து, பெர்குளோரோ எத்திலீன் கரைப்பானால் ஒற்றியெடுத்தல்.
கனி/கனிச்சாறு	அனைத்து வகைகளும்	கறை புதிதாக இருந்தால், சுடுநீர் ஊற்றுதல்; அகல மறுத்தால் ஹைப்போகுளோரைட், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஆகியவற்றினால் அகற்றல்.
புல்	அனைத்து வகைகளும்	ஆல்கஹாலால் ஒற்றி எடுத்து, சோப்பு நீரால் கழுவுதல்
பனிக்குழைவு (ice cream)	அனைத்து வகைகளும்	பெர்குளோரோ எத்திலீன் அல்லது பிற கரைப்பானால் அகற்றுதல்
அயோடின்	அனைத்து வகைகளும்	ஆல்கஹாலில் நனைத்து, கொதிக்கும் ஹைப்போ கரைசலில் இடல்
எழுதும் மை	பருத்தி, லினன்	படிந்தவுடனேயே சோப்பு நீரில் கழுவினால் அகற்றல், உலர்ந்துவிட்டமையை வெளுப்பான், ஆக்சாலிக் அமிலம் ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினால் ஒற்றி எடுத்து , பின்பு நீரில் கழுவுதல் , பாலில் நனைத்துப் புளிக்க வைத்தும் அகற்றல்
	பட்டு, கம்பளி	ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு கரைசலிலும் பின்பு ஆக்சாலிக் அமிலத்திலும் ஒற்றி எடுத்தல்

கறை வகை	துணி இழை வகை	கறை போக்கும் செயல்முறை விவர ம்
பந்துமுனைப்பேனா மை	அனைத்து வகைகளும்	சோப்பு நுரையில் 10-15 நிமிடங்கள் ஊறவைத்துக் கழுவுதல். கறை நீங்காதிருப்பின், பெட்ரோலியம் ஜெல்லி, சோடியம் ஹைட்ரோசல்.்.பைட் ஆகியவற்றையும், பின்பு பெர்குளோரோ எத்திலீன் நீர்மத்தையும் பயன்படுத்திக் கழுவல், சில மை வகைகள் கிளிசரின் மற்றும் குளியல் சோப்புக் களியில் (Shampoo) கரையவல்லன.
இரும்புத்துரு	பருத்தி, லினன்	ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலினால் ஒற்றி எடுத்து, பின்பு கழுவல் அல்லது உப்பைத் தூவி, எலுமிச்சைச் சாறினால் நனைத்து, வெயிலில் உலர்த்தல்.
உதட்டுச்சாயம்	பருத்தி, லினன்	கறை மென்மையாகும் வரைத் [illegible] தேய்த்து, மசகுப்பொருளைச் சுரண்டி எடுத்து, சுடுநீர் நுரையினால் கழுவுதல்
	பட்டு, கம்பளி	ஆல்கஹால், பெர்குளோரோ எத்திலீன் அல்லது பிற கரைப்பானால் ஒற்றி எடுத்தல்
பூசணம் (Mildew)	பருத்தி, லினன்	ஹைப்போகுளோரைட் வெளுக்கும் பொருளால் கழுவுதல்
கடுகெண்ணெய்	பருத்தி, லினன்	சூடான கிளிசரின், ஹைப்போகுளோரைட் வெளுப்பான், பின்பு சோப்புநுரை
எண்ணெய்	அனைத்து வகைகளும்	சோப்பு நீரில் கழுவுதல்; பின்பு பெர்குளோரோ எத்திலீன் கரைப்பானால் ஒற்றி எடுத்தல்
வண்ணப்பூச்சி	அனைத்து வகைகளும்	சோப்பு நீரினால் கழுவி, பின்பு பெர்குளோரோ எத்திலீன் கரைப்பானால் கறைபடிந்துள்ள பக்கத்திற்கு மறு பக்கத்தில் ஒற்றுதல், ரப்பர் பால் மற்றும் அக்ரிலிக் வண்ணப் பூச்சுகள் உலரவிடாத நிலையில் அகன்றுவிடவல்லன.
வியர்வை	அனைத்து வகைகளும்	பெராக்சைடு மற்றும் அம்மோனியம் கரைசல்
ரப்பர்	அனைத்து வகைகளும்	பெர்குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரைப்பான்களில் நனைத்தல்
அரக்கு	அனைத்து வகைகளும்	இயல்பு நீக்கப்பட்ட ஆல்கஹலால் கழுவுதல்
கீல்/தார்	அனைத்து வகைகளும்	பெர்குளோரோ எத்திலீன் போன்ற கரைப்பானால் கழுவுதல்
தேயிலை/தேநீர்	பருத்தி, லினன்	போராக்ஸ் கரைசலில் நனைத்துக் கழுவுதல்; எலுமிச்சைச் சாறினால் ஈரமாக்கி, பின்பு வெயிலில் ஓரிரு நாள் உலர்த்துதல்
சிறுநீர்	அனைத்து வகைகளும்	சோப்பு அல்லது உப்புக் கரைசலில் நனைத்து, பின்பு நீர்த்த அம்போனியா அல்லது ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு கரைசலைக் கொண்டு கழுவுதல்
குழைவனம் (Varnish)	அனைத்து வகைகளும்	ஆல்கஹால், பெர்குளோரோ எத்திலீன் சம அளவில் கலந்து ஒற்றி எடுத்தல்
நீரக்காவி (Water Spot)	பட்டு, கம்பளி	ஈரமாகும் வரை நீராவியில் நிறுத்தி, ஈரமான நிலையில் இஸ்திரியிடல்

(napping), கத்தரித்தல் (shearing), துருத்திய உருவம் பதித்தல் (embossing), அழுத்தி மெருகூட்டல் (calendering) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கன. வடிவ (பரிமாண) நிலைப்பு, கசங்குதல் எதிர்ப்பு, நிலைத்த மடிப்பு, அழுக்கு ஒட்டாமை, நீர் ஒட்டாமை, தீ எதிர்ப்பு ஆகிய பண்புகளை ஏற்றுவதற்குச் சிறப்பான வேதி வகைத் திருத்தங்கள் செய்யப்படுகின்றன. வேதிப் பொருள்களைச் சேர்த்துத் துணியில் தன்மை மாற்றம் நிகழ்த்துதல், இழைத் தயாரிப்புக் கட்டத்திலேயே வேதியமைப்பைத் திருத்துதல் என இரு வகைகளாக இத்திருத்தங்களை வகையிடலாம். வேதிப் பொருள் கொண்டு கழுவுதல், நிற நீக்கம் செய்தல் (bleaching) ஆகிய இரு வேதி முறைகளைக் தவிர மற்றவை யாவும் பெரும்பாலும் பருத்தி அல்லது பருத்தி கலந்த துணிகளுக்கே கையாளப் படுகின்றன. குறிப்பாக, பருத்தி மற்றும் ரேயான் துணிகள் இரு வினைத் தொகுதிகளடங்கிய வினைப்பொருள்களால் முறுக்குப் பிணைப்பேற்றம் செய்யப்படுகின்றன. இவ் வினைகள் வில்லுமையையும், (resilience) நெகிழ்ச்சியையும் (flexibility) புகுத்துகின்றன. இதே வினைகளைக் கொண்டு நிலைத்த மடிப்புகளையும், கழுவி-உலர்த்துதல் (wash and wear) பயன்படுத்தத்தக்க பண்புகளையும் துணிக்கு ஏற்றலாம். கம்பளியைப் பொறுத்தவரை, செதிள்கள் உள்ளமையால் சுடு நீரில் கழுவும்போது இழைகள் உட்பக்கம் நகர்ந்து பின்னல் வகைச் சுருக்கம் (felting shrinkage) தோன்றுவதற்கு வாய்ப்புண்டு. செதிள் திசையிலுள்ளதைவிடச் செதிள்களுக்கு எதிர்த்திசையில் உராய்வுக் குணகம் கூடுதலாக உள்ளமையே இதற்கு அடிப்படைக் காரணமாகும். வேதித் திருத்தத்தினால் செதிள் முனைகளைச் செயலாற்றதாக்கி இரு திசைகளிலும் உராய்வுக் குணகம் சமமாக இருக்குமாறு பணித்தால் இச்சுருக்கம் தவிர்க்கப்படும். குளோரினேற்றம், பொட்டாசியம் பெர்மான்கனேட்டால் ஆக்சிஜனேற்றம், பல்லுறுப்பிப் படிவு, மேற்கூறிய செயல்முறைகளின் சேர்க்கை ஆகிய உத்திகளால் இது நிறைவேற்றப்படுகிறது. வெப்பத்தினால் நெகிழவல்ல இழைகளான நைலான், பாலி எஸ்ட்டர், டிரை அசெட்டேட், பாலி ஒலி.ஃ.பீன் ஆகியவற்றாலான துணிகளில் வெப்பத்தை மட்டுமே பயன்படுத்தி அழகிய உருவப் பதிப்புகளைச் செய்யலாம். மூலக்கூறு அளவில் மீள் படிகமாக்கல் நிகழ்வதால் வெப்ப வழித் திருத்தங்களின் விளைவுகள் அத்திருத்தங்கள் நிகழ்த்தும்போது நிலவிய வெப்பநிலை வரம்பு வரை குலையாது நிலைத்திருக்கும்.

உடுத்தப்படும் துணியின் தன்மையையும் தரத்தையும் கண்டறியவும், அளந்தறியவும் பலவகை ஆய்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வுகளை இயற்பியல் தொடர்புடையன, வேதித் தொடர்புடையன, உடுத்துவோர் தொடர்புடையன என மூன்று வகைகளாக அறியலாம். இழுப்பு ஆய்வு குறுக்களவு அறிதல், குறுக்குப் பரப்புத் தோற்றம் அறிதல், அடர்த்தி, நூல் அளவு, அலைவு அறிதல் ஆகியன இயற்பியல் ஆய்வுகளாகும்.இழைத்தன்மை, இனக்கலப்பு விகிதம், சாய வகை, குறுக்குப் பிணைப்புகளின் வேதி வகை ஆகியன பற்றிய ஆய்வுகள் வேதித் தொடர்புடையனவாகும். உருவவியல் (morphology), துவளுமை (drape) தொடுகைநேர்த்தி ஆகியன நுகர்வோர் தொடர்புடைய ஆய்வுகளினால் அளந்தறியப்படுகின்றன.

துணிகள் சாதாரண உடைகளைத் தயாரிக்க மட்டும் பயன்படுவதில்லை. குளிர்தாங்கும் வெப்பக் காப்பீட்டு மெத்தை (quilted fabric), மென்மயிர்த் தோல்களையொத்த தோற்றங்கொண்ட அடுக்குத் துணி (pile fabric), எதிரொளிப்புக் கொண்ட உலோகப் பூச்சு துணி (suede fabric), படுக்கை விரிப்பு, தலையணை உறை, தரை விரிப்பு (carpet) ஆகியனவும், அறைகலன் உறை (upholstry), தொழிலகத் தேவைகளான நாடா (tape), வார் (belt), இழைவலிவூக்கப்பட்ட நெகிழி (fibre reinforced plastic), சாலை அமைப்புத் துணி (geotextile), வெப்பப் பரிமாற்று அமைப்பு ஆகியனவும் துணித் தொழிலை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

துணிப்பொருள் தேர்ந்தெடுப்பும் பாதுகாப்பும்

நல்ல பயன்மிக்க துணிகளைத் தயாரிப்பதில் நெசவுத் தொழிலில் ஈடுபட்டுள்ளோருக்குத் தேவைப்படும் பொறுப்பு நுகர்வோருக்கு துணியைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும் கெடாது பாதுகாப்பதிலும் இருத்தல் தேவை. குறிப்பிட்டதொரு பயனுக்காக மனநிறைவளிக்கும் துணியைத் தேர்ந் தெடுப்பதற்குப் பல்வேறு நெசவு இழைகளின் தனித்த மற்றும் கலப்பினப் பண்புகளை அறிவதோடு அவற்றை ஒப்பிட்டும் காணவேண்டும். ஒரு துணி இழை வகைக்குச் சந்தையில் தோன்றும் மதிப்பு பொதுவாக அதன் இழுவலிமை மீட்சி, நுண்மை, இணை இசைவு (cohesion) ஆகிய பண்புகளைப் பொறுத்ததாகும். இவை தவிர, துணியின் சீர் செய்தல் முறைகளின் பயன்கள், வெப்பத்தினால் பாதிப்பு அமிலகாரங்களினால் தாக்கம், சாய ஊன்றுகையின் ஆழம் ஆகியவற்றால் அறுதியிடப்படுகின்றன உடுத்துவோர் துணியின் உழைப்பு, சலவைக்கு ஈடுகொடுத்தல், நலிந்த

கவனமே தேவைப்படல் (ease of care) ஆகிய காரணிகளுக்கே முதன்மையளிக்கின்றனர். இதனால் உறிஞ்சும் தன்மை சலவைத்தூள் மற்றும் நிறநீக்கியால் பாதிப்பு ஆகியன பற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட பயனுக்கு ஏற்ற பண்புகளைக் கண்டறிந்து அப்பண்புகளைப் பெற்ற இழைகளாலான துணிகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் சிறப்பாகும்.

வலிமை. எவ்வகை உடையாயினும் நீண்ட நாள் உழைத்தல் வேண்டும். உடுத்துவதாலும் துவைப்பதாலும் தேய்மானமுறாப்பண்பு கொண்டிருக்க வேண்டும். வலிவும் தேய்மானமுறாமையும் ஒன்றிப் போவதில்லை. எடுத்துக் காட்டாக கண்ணாடி இழையின் வலிமை சமகுறுக்களவு கொண்ட கறைபடா எ·.கின் வலிவைவிடக் கூடுதலாகும். ஆனால் தேய்ப்புக்கு (கண்ணாடி இழை) எளிதில் உள்ளாகும். மாறாக நைலான் வெட்டிழை தேய்மான எதிர்ப்புக்குப் புகழ்பெற்ற இழையாகும். ஆனால் அந்த அளவுக்கு இழுவலிமை பெற்றிருப்பதில்லை.

மிகச்சிறிய குறுக்களவு (25-125 மைக்ரோ மீட்டர்) கொண்டிருப்பினும் இயற்கை இழைகளில் பட்டே வலிவுமிக்க இழையாகும். துணியின் விலையையும் கருத்தில் கொண்டால் இவ்வகையில் பருத்தியே சிறந்ததாகும். இயற்கை இழைகளில் பருத்தி மட்டுமே ஈரநிலையில் கூடுதல் வலிமை பெறுகிறது. மேலும் காரவினையூக்கம் (mercerisation), அம்மோனியா ஏற்றம் போன்ற செயல்முறைகளினால் பருத்திக்கு நிலையான வலிவூக்கம் செய்ய முடியும்.

செயற்கை இழைகளுள் நைலானுடன் இயைபுத் தொடர்பு கொண்ட அரமிடு என்னும் இழை வலிமிக்கதாகும். கெல்வார் என்னும் வணிகப் பெயரில் தயாரிக்கப்படும் ஓர் அரமிடு இழை வகை எ·.கு இழையைவிட ஐந்து மடங்கு வலிவானது. எனினும் பொதுப் பயன்களுக்கு இவ்விழையினாலான துணி பயன்படுவதில்லை.

மீட்சிமை (elasticity)**.** இழையை நீட்டி விடுத்தால் அது மீண்டும் தொடக்க நிலையை அடையும். இழுப்பதற்குத் தேவைப்படும் தகைவு குறைவாக இருந்தாலும் தகைவை அகற்றியவுடன் தொடக்க நிலைக்குத் துல்லியமாகத் திரும்பினாலும் மீட்சிப் பண்புக் கூடுதல் என்று பொருளாகும். மீட்சித் தன்மை கூடுதலாக அமையப் பெற்ற இழை (நூல் துணி) எளிதில் அறுபடாது. இப்பண்பின் விளைவாகவே துணி உடலில் நன்கு பொருந்துகிறது. இத்தன்மை கொண்ட இழை எளிதில் அறுவதில்லையாதலால் நூற்பு எளிதாகிறது.

மீட்சிக்கு ரப்பர் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ; ஆகையால் ரப்பர்த் தன்மையை உள்ளடக்கிய இழைகள் நன்கு மீளவல்ல துணிகளைத் தருகின்றன. ஸ்பான்டாக்ஸ் என்னும் பாலியூரித்தேன் ரப்பர் வகை இழை இப்பண்பை நிறைவாகக் கொண்டுள்ளது. இவ்விழையை அதன் இயல்பான நீளத்தைப் போன்று ஏறத்தாழ ஏழு மடங்கு நீட்டலாம். இரு மடங்கு நீட்டப்பட்ட ஸ்பான்டாக்ஸ் இரு மடங்கு நீட்டப்பட்ட இயற்கை ரப்பரைவிட மிகத் துல்லியமாகத் தொடக்க நீளத்தை அடைகிறது. வசதிக்கும் உடல் இயக்கத்துக்கும் தேவைப்படும் அளவைவிடக் கூடுதலான மீட்சியை ஸ்பான்டாக்ஸ் பெற்றுள்ளது. துணித் தொழில் ஆய்வுகளின்படி ஓடியாடி விளையாடும் ஓர் இளைஞரின் உடல் இயக்கங்களின்போது தோலில் கீழ்க்காணும் நீட்சிகள் தோன்றுகின்றன.

உடல்பகுதி		நீட்சி வரம்பு
இரு தோள்களுக்கும் இடைப்பட்ட முதுகுப்பகுதி	-	13-16%
முழங்கை (நீளவாக்கில்)	-	35-40%
முழங்கை (சுற்றுவாக்கில்)	-	15-22%
முழங்கால் (நீளவாக்கில்)	-	35-45%
முழங்கால் (சுற்றுவாக்கில்)	-	4-6%
பிட்டம்	-	4-6%

இம்முடிவுகளின் அடிப்படையில் உடலசைவுகளுக்கு ஈடு கொடுக்கக்கூடிய தடை தராத துணிகளின் நீட்சித் தர எல்லை 25-30% வரம்பாகவும், மீட்சி இழப்பு (loss of recovery) 2-5% ஆகவும் அறுதியிடப்பட்டுளளன. மகளிர் சட்டை, T-சட்டை, பனியன் தலையணை உறை, அறைகலன் உறை, குளிர்தாங்கும் அணியுறை ஆகியவற்றுக்கு இந்நீட்டலளவு போதுமானதாகும்.

தடகளப் போட்டிகளில் கலந்துகொள்வோரின் உடல் இயக்கத்தில் திறன் (விரைவு) மிகவும் கூடுதலாக இருக்கும். எனவே 30-50% நீட்சியும் 5 முதல் 6% மீட்பு இழப்பும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. நீச்சலுடை பனிச்சறுக்கு உடை தொழிலாளர் சீருடை ஆகியவற்றுக்கும் இத்தரக் கோட்பாடு பொருந்தும். இத்தரத்தை எட்டக்கூடிய இழை ஸ்பான்டாக்ஸ் ஒன்றேயாகும். அடுத்ததாக நைலானும் இயற்கை இழைகளுள் கம்பளியும் இடம்பெறுகின்றன. தளர்நிலைக் காரவினையூக்கத்தின் (slack mercerisation) வாயிலாகப் பருத்தியிலும் மீட்சிப் பண்பைப் புகுத்த முடியும்.

வில்லுமை. ஒரு நெசவு இழையை அழுத்தி கசக்கி பின்பு அழுத்தத்தை விலக்கிவிட்டால் அது இயல்பான நிலைக்குத் திரும்பும் செய்கை வில்லுமை (resilience)

எனப்படுகிறது. இவ்வகை இழையிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் துணிக்கும் இப்பண்பு ஏற்றப்படுகிறது. இத்தன்மையின் ஸ்பான்டாக்ஸ் நைலான், பாலி-எஸ்ட்டர் ஆகியனவும் இயற்கை இழைகளுள் பட்டு, கம்பளி ஆகியனவும் வில்லுமை மிக்கவை. பருத்தியும் மற்றச் செல்லுலோஸ் வகை இழைகளும் எளிதில் சுருங்குபவை. வேதித் திருத்தங்களைச் செய்து வில்லுமையைப் புகுத்தினால் துணியின் உழைப்புக் காலம் குறையும்.

துவளுமை. துணியின் நெகிழும் தன்மையும் உடலின் இயல்பான நெளிவுகளுடன் ஒத்து அமைதலும் துவளுமை (drapability) எனப்படும். புரத இழைகளான பட்டு, கம்பளி ஆகியனவும் நைலான் பாலிஎஸ்ட்டர், ஸ்பான்டாக்ஸ் போன்ற செயற்கை இழைகளும் துவளுமை கூடுதலானவை. குறிப்பாக நைலானும் பட்டும் இவ்வகையில் சிறந்து விளங்குவதால் மகளிர் உடைத் தயாரிப்புக்குப் பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன.

வெப்பங் கடத்துத் திறன். இழையின் வெப்பங் கடத்துந் திறனைப் பொறுத்தே அதனைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும் துணி எத்தட்பவெப்பநிலைக்கு ஏற்றது என முடிவு செய்ய இயலும். இழையின் உள்ளார்ந்த வெப்பங் கடத்துந் திறனையும் அது எவ்வவாறு நெய்யப்பட்டுள்ளது என்பதனையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். தளர் நெசவில் காற்றிடங்கள் இருக்கக் கூடுமாதலால் வெப்பக் காப்பீட்டு விளைவும் நூலிலிருந்து இழை முனை பிடுங்கப்பட்ட, (napped) துணிப்பரப்பு காற்றுக் குமிழ்களை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளமையால் வெப்பக் காப்பீட்டுத்திறனும் கூடுதலாகப் பெற்றிருக்கும். ஃபிளானல், டுவிடைன் (duvetyn) போன்ற துணிகள் கதகதப்பாக உள்ளமைக்கு இதுவே காரணமாகும்.

லினன் எளிதில் வெப்பம் கடத்துமாதலால் கோடைக்கால உடைகளுக்குச் சிறந்தது. இந்தக் காரணத்துக்காகவே பருத்தியும் ரேயானும் தேர்ந்தெடுக் கப்படுகின்றன. குளிர்காலத்தில் தண்மையுடனும் கோடைக்காலத்தில் சூடாகவும் இருக்கும் இழை நைலானாகும். எனினும் இது அத்துணி நைலான் நீளிழையிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டதா வெட்டியிழை யிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டதா என்பதைப் பொறுத்ததாகும். மேலும் ஈரத்தை உறிஞ்சுவதில்லையாதலால் உடலுக்கும் சுற்றுப்புறக் காற்றுக்கும் ஈரப்பதத்தில் உள்ள வேறுபாட்டையொட்டி உடுத்துவோருக்குப் புழுக்கத்தைத் (clamminess) தரும். பட்டு வெப்பம் கடத்தாது. ஆனால் மெல்லிய பட்டுத்துணி குளிர் உணர்வைத் தரும். கம்பளியில் செதிள்கள் உள்ளமையாலும் இயல்பாகவே அலைவு இடம் பெறுவதாலும் அது ஒரு வெப்பங் கடத்தாப் புரதப் பொருளிலான இழையானதாலும் கம்பளி உடை எப்போதுமே சூடான உணர்வைத் தோற்றுவிக்கும். இவ்வகையில் அக்ரிலாக்குகள் கம்பளியைப் போன்றவை.

நீர் உறிஞ்சும் தன்மை. உடுத்துவோரின் உடல் நலத்திற்கும் வசதிக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட பண்பு நீர் உறிஞ்சும் தன்மையாகும். பருத்தியும் லினனும் நீரை விரைவாக உறிஞ்சுவனவென்றாலும் விரைவில் உலர்வதில்லை. கம்பளி அதன் எடையின் 20% வரை நீரை உறிஞ்சினாலும் ஈரத்தன்மையை வெளிக்காட்டுவதில்லை. 50% உறிஞ்சிய பின்பும் நீர் சொட்டாது. ஈரநிலையில் உடலில் ஒட்டாது. ஆனால் பருத்தியைவிட மெல்லவே நீரை ஆவியாக்கும். ரேயானும் பட்டும் கம்பளியைப் போன்ற உறிஞ்சும் இயல்பு கொண்டவை. நைலான், அக்ரிலிக் அசெட்டேட் ஆகியன நீர் உறிஞ்சுவனவாதலால் ஈரத்தில் அணிவதற்குத் தக்கவையன்று. நீளிழை நைலான் துணி விரைவில் உலரும். வெட்டிழை நூற்பு நைலான் முற்றிலும் உலர்வதற்கு ஒரு நாளாகும்.

மாசு படியும் தன்மை. எவ்வளவு நாள்களுக்கு அல்லது மணிகளுக்கு ஓர் உடை தூய்மையாகவும் சுகாதாரத்துடன் இருக்கக்கூடும் என்றும், துணியைச் சலவை செய்யும்போது எந்த அளவு தனிக் கவனம் செலுத்த வேண்டும் என்றும் நுகர்வோர் அறிய விரும்புவது இயற்கை. பட்டு, லினன், ரேயான் போன்ற வழவழப்பான துணிகளைக் கழுவுதல் எளிது. பொதுவாக நீரை உறிஞ்சாத துணிகள் தூசையும் ஒட்டவிடுவதில்லை. செயற்கை இழைகளுள் நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், ஸ்பான்டாக்ஸ், பாலிபுரோப்பிலீன் ஆகியன எளிதில் அழுக்காவதில்லை. பருத்தித் துணிகள் கரடுமுரடான பரப்புடையனவாகையால் எளிதில் அழுக்கையும் கறையையும் ஈர்க்கின்றன. அக்ரிலிக்கும் எளிதில் தூசு படிதலுக்குள்ளானாலும், சலவை செய்வது எளிது. கம்பளியின் செதிள் பரப்பு தூசு, அழுக்கு, நுண்ணுயிரி ஆகியவற்றை எளிதில் ஈர்க்க வல்லது. எனவே கம்பளியை அடிக்கடி உலர் சலவைக்குட்படுத்த வேண்டும். நீரில் சலவை செய்தால் பின்னல் முடிச்சுகள் (felting) தோன்றக்கூடும்.

இஸ்திரியிடத் தகுதி கொள்ளல் (வெப்பம் தாங்கும் இயல்பு). பருத்தி, ரேயான், லினன் போன்ற செல்லுலோஸ் இழைத் துணிகள் ஏறத்தாழ 150°C வரை நிலையிறக்கம் காண்பதில்லையாதலால் சூடான இஸ்திரிப் பெட்டியால் பாதிப்புறுவதில்லை. கம்பளி 130°C இல் சிதைவுறும். நீராவிப் பெட்டியையோ ஈரமான துணியையோ பயன்படுத்தி இஸ்திரிட வேண்டும். பட்டு, கம்பளியைவிடக் குறைந்த வெப்ப நிலையிலேயே தன்மை இழக்கக்கூடியது. நைலான்

அசெட்டேட் போன்ற துணிகளுக்கு வெப்பநிலை குறைவான இஸ்திரியிட பெட்டியைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். நைலான், பாலியஸ்ட்டர் அசெட்டேட் ஆகிய இழைகள் வெப்ப மேலீட்டில் உருகித் துணியில் ஓட்டை விழக்கூடும். நைலான், பாலிஸ்ட்டர், மோடக்ரிலிக் ஸ்பான்டாக்ஸ் பாலிபுரோப்பிலீன் ஆகிய இழைகளிலான துணிகளில் வெப்பத்தைப் பயன்படுத்தி நிலைத் தன்மையை (மடிப்பு நிலைக்கும்) உருவாக்கலாம். எனவே இஸ்திரி போட வேண்டிய தேவையே எழாது. கழுவி உலர்த்தி அணியலாம்.

பூசணத் தாக்கு. பருத்தியும் மற்றச் செல்லுலோஸ் இழைகளும் எளிதில் பூசணத்தாக்குதலுக்கு உள்ளாகின்றன. பட்டு, கம்பளி, அசெட்டேட், நைலான் பாலிஎஸ்ட்டர் ஆகியன இத்தாக்குதலை எதிர்க்க வல்லன.

வேதிப்பொருள் பாதிப்பு. பெரும்பாலான உணவுப்பொருள்கள் அமிலத்தன்மையோ மென் காரத்தன்மையோ கொண்டுள்ளமையால் அவை உடைகளின் மீது சிந்துவதால் துணிக்கு மெல்லிய பாதிப்பு நேரிடலாம். எனவே அமில-காரப் பாதிப்பு துணித் தொழிலில் முதன்மை பெறுகிறது. பொதுவாகக் காரங்கள் புரத இழைகளையும் அமிலங்கள், செல்லுலோஸ் இழைகளையும் பாதிக்கின்றன. குறிப்பாகப் பட்டு, கம்பளி ஆகியன காரங்களாலும் பருத்தி, லினன், ரேயான் ஆகியன அமிலங்களாலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. அமில-காரப் பாதிப்பு துணியைச் சலவை செய்யும்போது கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய காரணிகளுள் முதன்மையானதாகும். இதனால் தகுந்த சோப்புகளையும், புறப்பரப்புச் செயலிகளையும் தேர்ந்தெடுப்பது எளிதாகிறது. பருத்தியைச் சூடான வலிவுமிக்க காரக் கரைசல்கள்கூடப் பாதிப்பதில்லை யாதலால் எவ்வகைச் சலவைத்தூளையும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் லினனை அடர் காரம் பாதிப்பதால் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறம் ஏறிவிடும். பட்டு, கம்பளியைவிடக் காரக்கரைசல் தாக்கத்திற்கு ஈடுகொடுக்கக்கூடியதாயினும் அமிலங்கள் பட்டைத் தாக்குகின்றன. கரிம அமிலங்களால் பெரிதும் பாதிப்பு இல்லை. ஆனால் கனிம அமிலங்கள் பட்டைப் பளிச்சிடும் மஞ்சள் நிறமடையச் செய்கின்றன. பட்டைக் கம்பளி நூலிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு இவ்வினையைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். நைலான், காரங்களினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அடர்வுமிக்க வலிவுமிக்க காரங்கள் நைலானை நிலையிறக்கம் செய்கின்றன. பாலிஎஸ்ட்டர்கள் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் பாதிப்புறுகின்றன. கொதிக்கும் காரக் கரைசல்கள் பாலிஎஸ்ட்டர்களைப் பாதிக்கின்றன. பாலிபுரோப்பிலீன் இழைகள் அமிலம், காரம் இருவகை வேதிப்பொருள்களாலுமே பாதிப்புறுவதில்லை. வேர்வை அனைத்து இயற்கை இழைத் துணிகளையும் பாதிக்கிறது. வேர்வை உறிஞ்சிய பட்டு அடிக்கடி உலர்சலவை செய்யப்படாவிட்டால் கெட்டுவிடும். செயற்கை இழைகளுள் ரேயான் தவிர்த்த பிற இழைகள் வியர்வையால் எவ்விளைவையும் காண்பதில்லை.

துணிப் பாதுகாப்பு. சிக்கனம், வீட்டு வரவு செலவுத் திட்டம், துணி உழைப்புத் திட்டம், தோற்றப்பொலிவு ஆகிய காரணிகளால் உந்தப்பட்டு நுகர்வோர் துணிப் பாதுகாப்பில் கவனம் செலுத்துகின்றனர். அடிக்கடி துருசினால் தேய்த்தல், காற்றைச் செலுத்தித் தூசு அகற்றுதல், பயன்படுத்தாத போது தூய்மையான இடத்தில் அடுக்கி வைத்தல், கிழிதல் தோன்றியவுடனேயே தைத்தல், கறைகளை உடனுக்குடன் அகற்றுதல், நீர்ச்சலவை, உலர் சலவை ஆகியவற்றில் சிறந்ததைத் தீர்மானித்தல், சரியான வெப்பநிலையில் இஸ்திரியிடல் ஆகிய யாவும் துணிப் பாதுகாப்பு முறைகளாகும்.

இழைகள், கலப்பின இழைகளின் வகை, நூல், துணி நெசவில் புதுப்புது உத்தி இவை யாவும் பெருகி வருவதாலும், மேலை நாடுகளில் குறிப்பிட்டதொரு துணியானலான ஆடையைப் பாதுகாப்பதற்கான வழிமுறைகளைத் துணித் தயாரிப்பாளரே ஒரு தாளில் அச்சடித்து, துணியுடன் இணைத்து நுகர்வோருக்கு அளித்தல் கட்டாயமாகி வருகிறது. இதற்காக அமெரிக்காவில் சட்டமே இயற்றப்பட்டுள்ளது. இது தொடர்பான தரக் கட்டுப்பாடுகளை அமெரிக்கத் துணித் தொழில்நுட்பக் கழகம் வகுத்துள்ளது.

கம்பளி ஆடைகள் அடிக்கடி துருசினாலும், காற்றோட்டத்தினாலும் தூசகற்றம் செய்யப்பட வேண்டும். துணிகளில் கறை படிந்தவுடனேயே துலக்கினால் எளிதில் அகன்றுவிடும். இனம் தெரியாத கறையை அகற்றச் சூடான நீரைக் கொண்டு கழுவக்கூடாது. சூட்டினால் கறை துணியின் மீது நிலைத்துவிடக்கூடும். கறை எண்ணெய்ப் பிசுபிசுப்பு அற்றதாக இருப்பின், குளிர்ந்த நீரினால் கழுவினாலே போதுமானது. எண்ணெய்க் கறைகளை அகற்ற, கரிமப் பொருள்களான பெர்குளோரோ எத்திலீன், பெட்ரோல், டர்பென்டைன், இயல்பு நீக்கிய ஆல்கஹால் ஆகிய நீர்மங்களைப் பயன்படுத்தலாம். கறையின் தன்மையுடன், அது படிந்துள்ள துணியின் தன்மையையும் மனத்தில் கொண்டே அகற்றும் முறை வரையறுக்கப்பட வேண்டும். கழுவுவதற்குப் பயனாகும் அமிலங்களும் காரங்களும் நீர்த்த கரைசல்களாகவே இருத்தல் வேண்டும். புளித்த காடி (vinegar) போன்ற அமிலங்களால் கழுவ வேண்டியிருப்பின், உடனேயே சோடியம் பைகார்போனேட் அல்லது அம்மோனியா போன்ற மென்காரக் கரைசலால் கழுவ

வேண்டும். தொடக்கத்தில் காரக் கரைசலைப் பயன்படுத்தியிருந்தால், பின்பு எலுமிச்சைச் சாறு, புளித்த காடி போன்ற வலிகுறைந்த அமிலக் கரைசல்களால் நடுநிலையாக்க வேண்டும். இறுதியாகத் தூய நீரில் கழுவ வேண்டும். பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக், பாலிபுரோப்பிலின் போன்ற துணிகள் உறிஞ்சும் தன்மை குறைவாகப் பெற்றுள்ளமையால் எளிதில் கறையடைவதில்லை. ஈரத் துணியினால் துடைத்தோ, மென்மையான சோப்பு அல்லது சுடுநீரைப் பயன்படுத்தியோ கறையை அகற்றிவிடலாம்.

வெளுக்கும் பொருள்களையும் (bleaching agents) கறை நீக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தலாமென்றாலும், மிகுந்த கவனத்துடன் சலவை செய்யவில்லையென்றால், துணியின் சாயத்தைப் போக்கி, துணியின் வலிவையும் குறைத்துவிடும். சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலைப் பருத்தி, லினன், ரேயான் போன்ற துணிகளுக்கு மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும். பட்டு, கம்பளி ஆகியவற்றுக்குப் பயன்படுத்தக் கூடாது. இவ்வகைக் கறை நீக்கத்திற்குத் துணியைச் சுடுநீர் நிரப்பிய கிண்ணத்தில் பரப்பிக் கறைபட்ட பகுதியின் மீது மட்டும் வெளுப்பானச் சொட்டுச் சொட்டாக ஊற்ற வேண்டும். உடனே துணியை நீரில் நன்கு கலக்க வேண்டும். குளோரின் வகை வெளுபினைப் பயன்படுத்தியவுடன் ஆக்சாலிக் அமிலம் அல்லது ஹைப்போ கரைசலில் மிகையான குளோரினை நடுநிலையாக்க வேண்டும்.

இரும்புத்துரு, உலோகக்கறை, எழுதும் மைக்கறை ஆகியவற்றை நீக்குவதற்குச் சோடியம் பெர்போரேட்டும், ஆக்சாலிக் அமிலமும் சிறந்தவை. பூசணம், அயோடின், மை ஆகியவற்றை நீக்கச் சோடியம் ஹைட்ரோசல்ஃபைட் கரைசல் பயன்மிக்கது. கறை நீக்கியவுடன் நிறைந்த அளவு நீரில் கழுவ வேண்டும். ஆக்சாலிக் அமிலம், சோடியம் ஹைட்ரோசல்ஃபைட் ஆகியவற்றை எடையேற்றப்பட்ட பட்டின்மீது பயன்படுத்துதல் கூடாது. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடை எத்துணியின் மீது வேண்டுமானாலும் கறை நீக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

எண்ணெய் மற்றும் கொழுப்பு வகைக் கறைகளைத் தக்க கரிம நீர்மத்தால் மென்பஞ்சு கொண்டு ஒற்றி எடுக்க வேண்டும். துணியின் கறை படிந்த பக்கத்திற்கு மறுபக்கம் கரைப்பானில் தோய்ந்த பஞ்சினால் ஒற்றினால் கறைப்பொருளைத் துணியினூடே கவர்ந்து கரைப்பான் செயல்படும். இதனால் கறை துணியில் பரவாது தடுக்கப்படுகிறது. எண்ணெய் பட்டவுடன் சிறிது முக ஒப்பனைத்தூள், மக்னீசியம் கார்போனேட் தூள் ஆகியவற்றினால் ஒற்றி, பின்பு தூளை அகற்றிவிட்டால் கறை அகன்றுவிடும். வெண்ணெய்க் கறையை அகற்றுவதற்குச் சூடேற்றி வெண்ணெயை உருக்கி, பின்பு கரைத்துப் பிரிக்க வேண்டும். இயற்கை இழைகளாலான துணிகளில் கறையகற்றும் செய்வதற்கான முறைகள் அட்டவணை 14யில் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன. [பக்கம்-375,376]

துணிக் கறைகளை அகற்றும் செயல்முறைகள். துணி முழுதுமோ, ஆங்காங்கு பல இடங்களிலோ கறை படிந்திருந்தால் நீரில் நனைத்து அலசுதலே சிறந்த முறையாகும். நீராவியைத் துணிமீது செலுத்திக் கறையகற்றும் பொருள் கலந்த சுடுநீரால் கழுவினால் கறை முழுமையாக அகலும். கறையகற்றும் கரைசலைச் சொட்டுச் சொட்டாக கறைமீது ஊற்றி அகற்றலாம். மென் பஞ்சைக் கரைப்பானில் தோய்த்துக் கறைமீது ஒற்றியெடுக்கலாம். ஒற்றுகையில் கறைக்கு வெளிப்புறமிருந்து தொடங்கிக் கறையின் மையத்தினை எட்ட வேண்டும். கரைப்பான் எளிதில் ஆவியாகவில்லையென்றால் துணிமீது பரவும். விரைவாக ஆவியாக்குவதற்குத் துணியை ஒரு மின்விசிறியின் முன்பாக உலர்த்தலாம். கறை மற்றும் அழுக்குத் தடுப்பான்கள் (soil and stain repellants) தெளிக்கப்பட்ட துணிகள் எளிதில் அழுக்கடைவதில்லை.

உலர் சலவை செய்ய வேண்டியிருப்பின், துணியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் தோல் அல்லது நெகிழிப் (plastic) பகுதிகள் முன்கூட்டியே அகற்றப்பட வேண்டும். அசெட்டேட்டை உலர் சலவை செய்யும்போது, குளோரோஃபாரம், அசெட்டோன், ஆல்கஹால், அசெட்டிக் அமிலம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துதல் தவறு. நீரில் அலசிக் கழுவவேண்டிய துணிகளை ஒவ்வொரு முறை அணிந்தபின்பும் கழுவ வேண்டும். நிறமுடைய துணிகளை வெள்ளைத் துணிகளுடன் சேர்த்துக்கழுவக்கூடாது.

சவக்காரங்களையும் புறப்பரப்புச் செயலிகளையும் பயன்படுத்தும் போது மிகுந்த கவனம் தேவை. சவக்காரங்கள் கடினநீரிலுள்ள கால்சியம் மற்றும் மக்னீசியம் உப்புகளுடன் வினையுற்றுத் துணிகளின் மீது தயிரை ஒத்த வீழ்படிவங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மாறாக, புறப்பரப்புச் செயலிகள் இவ்வுப்புகளுடன் வினையுறுவதில்லை. இத்தூள்களில் திரிதலின்றி அழுக்கை நீருடன் பால்மமாக்கவும், ஏடு, வீழ்படிவு ஆகியன தோன்றா மலிருக்கவும், துணியிலிருந்து விலக்கப்பட்ட மாசுப் பொருள் மீண்டும் துணிமீது படியாமலிருக்கவும், பளிச்சென்ற வெண்மையூட்டுவதற்கும் தனித்தனியே பொருள்கள் கலந்துள்ளன. பயன்படுத்தப்படும் தூளின் அளவு, நீரின் வெப்பநிலை, நனைத்தலின் முழுமை, ஊறவைத்தல் நேரம் ஆகியன சலவை முறையில் முதன்மையான காரணிகளாகும். அடிக்கடி சலவை செய்யாமையால்

பழுப்பேறிய துணிகளை மீண்டும் வெண்மை நிலைக்குக் கொண்டு வருதல் எளிதன்று.

வெளுப்பான்கள். இவை நிற நீக்கம் செய்வதற்கும் பூச்சிகளைக் கொல்வதற்கும் பயன்படும் ஆக்சிஜ னேற்றிகளாகும். இவை ஹைப்போகுளோரேட், ஆக்சிஜன் என இரு வகைப்படும். சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட்டை 5-6% நீரியக் கரைசலாகப் பயன்படுத்தலாம். N-குளோரோ கரிமச் சேர்மங்களும் இவ்வகையில் சிறந்தவையாகும். இவை சில இழைகளை வலிவிழக்கச் செய்கின்றன. சுருக்கத்தைத் தடுக்கும் பொருள்களுடன் வினையுற்று மஞ்சள் நிறமடைகின்றன. கிளர் ஒளிதரும் வெண்மை யூட்டிகளுடனும் வினைவுறுகின்றன. இவ்வகை வெளுப்பான்கள் தொடர்ந்து தோலின்மீது பட்டால் பாதிப்பு ஏற்படலாம் ; அரிமானம் ஏற்படவும் வாய்ப்புண்டு.

சோடியம் பெர்போரேட், பொட்டாசியம் மோனோ பெர்சல்ஃபேட் ஆகியன தூள் வடிவிலான வெளுப்பான் களாகும். இவை ஹைப்போகுளோரைட் வகையைவிடச் சிறப்பாக வெளுக்கின்றன என்றாலும், பூச்சி கொல்லிகளல்ல.

துணி மென்மையூட்டிகள். துணிப்பரப்பை மென்மையாக்குவதற்கும், நிலை மின்னேற்றத்தைக் குறைப்பதற்கும், இஸ்திரி போடுவதை எளிதாக்குவதற்கும் இவை பயனாகின்றன. இவற்றைத் சலவைத் தூளில் கலந்தோ, அலசும் நீரில் கலந்தோ, உலர்த்தும் அமைப்பில் தூவியோ பயன்படுத்தலாம். இவற்றைத் தக்க அளவிலும் நேரத்திலும் ஈடுபடுத்த வேண்டும். மிகையளவில் சேர்த்தால் துணியின்மீது எண்ணெய் பசை தடவினாற்போலும், நீர் ஒட்டாப் பண்பு ஏற்றினாற் போன்றும் தோன்றும். துவாலைகள் போன்ற நீர் உறிஞ்ச வேண்டிய துணிகளுக்கு இது ஏற்றதன்று. சில மென்மையூட்டிகள் சலவைத் தூள் அல்லது வெளுப்பானிலுள்ள குளோரினுடன் வினைபுரிந்து செயலிழக்கச் செய்யும்.

துணியைச் சீர்செய்து முடித்தல்

துணி நீடித்து உழைக்கவும், கண்கவர் தோற்றம் பெறவும் உரிய செயல்முறைகள் இப்பிரிவில் அடங்கும்.

சீர்செய்தல் வழிமுறைகளை 1. எந்திர வகைச் சீர்செய்தல் 2. வேதி வகைச் சீர்செய்தல் என இரு கூறுகளாகப் பிரித்தறியலாம். எந்திர வகைச் சீர்செய்தலின் நோக்கம் பெரும்பாலும் புறப்பரப்பை அழகுறச் செய்தலாகும். இழை எழுப்புதல் (napping), கத்தரித்தல் (shearing), துருத்திய உரு அமைத்தல் (embossing), அழுத்து மெருகேற்றம் (calendering) எனப் பல உத்திகள் இதிலடங்கும்.

இழை எழுப்புதல். இவ்வுத்தியில் துணியின் பரப்பு பூத்துவாலையாக அல்லது தூரிகையைப் போன்று மாற்றப்படுகிறது. இவ்வழிமுறைக்குட்படுத்தப்பட வேண்டிய துணியின் நூல்கள் தளர் முறுக்கேற்றம் செய்யப்படுகின்றன. சிறு கொக்கி முனைகளைக் கொண்ட எஃகுக் கப்பிகள் பொருத்தப்பட்ட உருளையின்மீது துணி செலுத்தப்படுகிறது. கொக்கிகள் துணியின் பரப்பைச் சுரண்டி, நூலின் இழை முனைகளைப் பிரித்திழுக்கின்றன. துருசு (teasel) போன்ற அமைப்பினால் மென்மையாகவும், வெப்பக் காப்பீடு அளிக்கவல்ல காற்றுக் கூடுகளினால் வெதுவெதுப்பாகவும் உள்ள இத்துணிப் பரப்பிலிருந்து கறைகளை அகற்றுவது எளிது. இம்முறையின் வாயிலாக எழுப்பப்படும் இழைகள் சவ்வாலான (sleazy) அமைப்பையும், நெசவுக் குறைபாடுகளையும் மூடி மறைக்கக்கூடியன. மிகையாக இழை எழுப்புதல் செய்தால் துணி வலுவிழக்கும். துணியின் இருபுறம் ஒரே திசையில் அல்லது வெவ்வேறு திசைகளில் இழை எழுப்புதலுக்குட்படுத்தப்படலாம். இரண்டாம் முறையினால் புறப்பரப்பு அடர்த்தி கூடுதலாகிறது. ஃபிளானல் (flannel), டுவிடைன் (duvetyn) ஆகியன இழை எழுப்புதலில் உருவாக்கப்படும் துணிகளுள் குறிப்பிடத்தக்கவை. கம்பளித் துணிகளுக்கே இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது என்றாலும், பருத்தித் துணிகளுக்கும் இது பொருத்தமான வழிமுறையே ஆகும்.

மணற்றாள் கொண்டு தேய்த்தல் (emerising). மணற்றாளினால் மூடப்பட்ட உருளைகளுக்கிடையே துணி செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் துணியின் பரப்பு நாய்த்தோலின் (chamois leather) மென்மையைப் பெறுகிறது.

அடுக்கு மெருகேற்றம் (eletrofying). துணியின் பரப்புக்குச் சரியாகச் செங்குத்தாக அடுக்கு அமைய வேண்டுமெனில், அடுக்குவகைத் துணி ஒரு திருகு சுழற்காடி (helical groove) தாங்கிய உருளைகளின்மீது வெவ்வேறு கோணங்களில் மிக விரைவில் செலுத்தப்படுகிறது. இதனால், இழைகளை முன்னும்பின்னுமாக அலைக்கழித்து, அடித்து, சிடுக்குகளும் அலைவுகளும் அகற்றப்படுகின்றன. உராய்வினால் அடுக்குகள் நேராக்கப்படுவதுடன், பளபளப்பூட்டப்படுகின்றன. இழையின் பளபளப்பு உருளையின் வெப்பநிலையையும், அது துணியின்மீது செலுத்தும் அழுத்தத்தையும் பொறுத்தாகும். இவ்வழி முறையை எளிதாக்குவதற்காக நீரையோ, ஆல்கஹா லையோ மசகு பொருளாகச் சேர்க்கலாம்.

கத்தரித்தல் (shearing) **.** அடுக்கு-நெசவு மற்றும் இழை எழுப்புதல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட துணியின் புறப்பரப்புக் குறைபாடுகள் கத்திரித்தலினால் அகற்றப்படுகின்றன. மேலும், அடுக்கு-நெசவுத் துணிகளின் சிற்பவேலைப் பாடுகளையும் இம்முறையால் செய்ய முடியும். இம்முறையில் பயனாகும் எந்திரம் கத்திரித்தபின், இழைத்தூள்கள் துருசினால் அகற்றப்படுகின்றன.

சுருக்கம் காணல் (creap and crinkled effects) **.** மிக மெல்லிய காகிதத்தில் நகத்தினால் உருவம் வரைதலைப்போல் செதுக்கப்பட்ட உருளைகளால் சுருக்கங்கள் நிறைந்த தோற்றத்தை உருவாக்கலாம். துணியை மீண்டும் மீண்டும் கழுவும்போது சுருக்கங்கள் மெல்ல மெல்ல மறைவதைக் காணலாம். மற்றோர் உத்தியில் எரிகாரத்தைக் கொண்டு துணிமீது வடிவங்கள் வரைவர். பின்பு துணியைக் கழுவினால் எரிகாரம்பட்ட பகுதி சுருங்கும். எரிகாரத்திற்குப் பதிலாக மெழுகைப் பயன்படுத்தியும் இவ்விளைவைத் தோற்றுவிக்கலாம். பிளஸ் சுருக்கங்கள் (plisse crepes) இம்முறையில் உருவாக்கப்படுகின்றன. இச்சுருக்க விளைவுகளில் நிலைத்தன்மையை அறிவதற்குத் துணியின் ஒரு பகுதியில் கட்டை விரலால் அழுத்திக் கொண்டு துணியைப் பக்கவாட்டில் நீட்ட வேண்டும். அழுத்தப்பட்ட பகுதி எவ்வளவுக்கெள்ளவு கடினமாக மேடுபள்ளம் இல்லா நிலையை அடைகிறதோ அதற்கேற்பச் சுருக்கம் நிலைத்தது எனக்கொள்ள வேண்டும். சில நிமிடங்கள் அடர் கந்தக அமிலத்தில் அமிழ்த்தி, நீரில் கழுவி, காரத்தினால் நடுநிலையாக்கினால் சுருக்கத்தை உருவாக்கலாம். வலிவும் பளபளப்பும் சற்றே குறையும். இம்முறையை மிகுந்த கவனத்துடன் கையாளாவிடில் துணி கெட்டுவிடக்கூடும். எளிதில் உருகக்கூடிய நைலான் போன்ற துணிகளைத் துருத்திய, சூடான பகுதிகள் துணியை உருக்கித் துணியின் அப்பகுதிகளில் மட்டும் நெளிவைத் தோற்றுவிக்கலாம். சுருக்கம் காணல் முறைக்கு நெருங்கிய தொடர்புடைய மற்றொரு முறையில் கலப்பின இழை அல்லது நூல்களால் நெய்யப்பட்ட துணி அவ்விழைகளுள் ஒன்றை மட்டும் கரைக்கக்கூடிய வேதிப் பொருளினால் அச்சிடப்படுகிறது. ஒரு வகை இழை மட்டும் கரைக்கப்படுவதால் துணியின் ஒளிபுகவல்ல பகுதிகளும் ஒளிபுகாப் பகுதிகளும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

தற்காலிக விறைப்பேற்றம் (temporary stiftening)**.** பருத்திக்கும் லினனுக்கும் கஞ்சியிடுவதன் வாயிலாக விறைப்புத்தன்மை, வழவழப்பு, எடை மற்றும் வலிவைக் கூட்டலாம். கஞ்சியிடப்பட்ட பருத்தி ஆடைகள் கடைகளில் அடுக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும்போது மிகப் புதிதாகத் தோற்றமளிக்கின்றன. ஆர்கண்டி, லான், வாயில், பக்ரம் போன்ற பருத்தித் துணிகளே பொதுவாகக் கஞ்சியிடப் படுகின்றன. துணியின் நுண்ணிய துளைகளைக் கஞ்சி நிரப்புவதால் கூடுதலான நூல் நெருக்கம் உள்ளமைபோல் தோற்றமளிக்கிறது. இதனால் வாங்கும்போது குறைவான நூல் சிணுக்கு எண் (thread count) வெளித் தெரிவதில்லை. இரண்டு அல்லது மூன்று சலவைகளுக்குப் பின் துணியின் எடை கணிசமாகக் குறைந்திடின், அத்துணி தேவைக்கு மேல் கஞ்சியிடப்பட்டுள்ளது என அறியலாம். துணியைத் தேய்த்தால் மாவு கையோடு வருவது தெரியும். ஒரு துளி அயோடினைக் கஞ்சியிடப்பட்ட துணியின்மீது இட்டால், நீலநிறம் தோன்றும். துணிக்கு விறைப்பூட்டுவதற்கு டெக்ஸ்டிரின், கோந்து (glue), அரக்கு (shellac),கொழுப்பு, மெழுகு ஆகியன பயன்படும். சில பருத்தித் துணிகள் களிமண், $CaSO_4$, $BaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCO_3$ ஆகியவற்றைக் கொண்டு விறைப்பூட்டப்படுகின்றன. கஞ்சியிடப்பட்ட துணிகளைப் பூசணம் தாக்காமலிருக்கத் துத்தநாக குளோரைடு கரைசலை இடலாம்.

ஸ்டார்ச்சுடன் எண்ணெய்களையும் கொழுப்பு களையும் சேர்த்தும் பயன்படுத்தலாம். தரை விரிப்புப் போன்ற துணிகளுக்குப் பின்புறம் மட்டும் கஞ்சியிட்டால், முன்புறம் அச்சிடப்பட்ட வடிவங்கள் பளபளப்புக் குன்றாது காட்சியளிக்கும். இச்செயல்முறைக்கு வெண்களிமண் (china clay), சீமைச் சுண்ணாம்பு (talc), கோந்து, சல்.'.பா ஏற்றம் செய்யப்பட்ட எண்ணெய் ஆகியன கலக்கப் படுகின்றன.

நிலைத்த விறைப்பூட்டுதல். இச்செயல்முறைகள் யாவும் உரிமைப் பட்டயம் கோரப்பட்டவை. நிலைப்புத் தன்மையின் கால அளவு, பயன்படும் வேதிப்பொருள்கள், செயல்முறை உட்பிரிவுகள் ஆகியவற்றில் இம்முறைகளில் வேறுபாடுகள் உள்ளன.

பளுவேற்றம் (weighting) **.** பட்டுத் துணியை வெள்ளீய உப்புகளின் திருத்தத்திற்குட்படுத்தித் துணியின் எடையையும், துவளுமையையும் உயர்த்துதல் பளுவேற்றம் எனப்படுகிறது. உலோக உப்புக் கரைசலில் பட்டை அமிழ்த்தி எடுத்தால், அவ்வுப்புகள், துணியில் ஊடுருவி, துணியின் பிரிக்கமுடியாத பகுதியாகின்றன. கையாளும்போது இவற்றைக் கண்டறிதல் இயலாது. மிகையளவு உலோக உப்புகள் துணியின் வலிமையைக் குறைக்கின்றன.

கம்பளித் துணிகளில் மிக மட்டரகமானவையே பளுவேற்றம் செய்யப்படுகின்றன. மிகச் சிறிய கம்பளி இழைகளைத் துணியில் புகுத்தி ஏறத்தாழ 40% வரை கூடுதலான எடையைப் பெறலாம். கந்தை இழைகள் (flocks) எனப்படும் இவ்விழைகள் கம்பளியைக் கழுவும் போதும்,

கத்திரிக்கும்போதும், துருசால் தேய்க்கும்போது வெளியாகும் பிசிர்களாகும். துணியின் கரைப்பகுதிகளை (selvages) உற்று நோக்கினால் இப்பிசிர்கள் திணிக்கப் பட்டுள்ளமையைக் காணலாம். மக்னீசியம் குளோரைடு உப்புடன் திருத்தப்பட்டால் கம்பளியில் நீரின் அளவு கூடுதலாகிறது.

அழுத்த மெருகேற்றம் (calendering)**.** பளபளப்பூட்டும் ஓர் இஸ்திரி போடும் முறையென்றே இதைக் குறிப்பிடலாம். இவ்வெந்திரம் குறைந்தது இரண்டு உருளைகளைக் கொண்டது. ஓர் உருளை, குளிர்விக்கப்பட்ட எ.்.கினாலானது; பிறிதோர் உருளை பருத்தி இழை, கம்பளித்தாள்,மக்காச் சோள உமி ஆகிய மென்மையான பொருள்களாலானது. இவ்வுருளைகள் நிலைக்குத்தான சட்டங்களில் பொருத்தப்படுகின்றன. சாதாரண அழுத்த மெருகேற்ற அமைப்புகள் ஏழு உருளைகளை உள்ளடக்கியவை (நான்கு எ.்.கு உருளைகள், மூன்று உமி அல்லது பருத்தி உருளைகள்). எ.்.கு உருளைகள் உள்ளீடு வழியாக நீராவியால் சூடுபடுத்தப்படுகின்றன. உருளைகளுக் கிடையே நிமிடத்திற்கு 135மீ. வரை 550-1240 MPa அழுத்த வரம்பில் துணி செலுத்தப்படுகிறது.

உராய்வு அழுத்த மெருகேற்றம் (friction calendering)**.** இம் முறையில் பற்சக்கரத்தால் இயக்கப்படும், நன்கு மெருகேற்றப்பட்ட உருளைகள் துணியைவிட விரைவாக இயங்குகின்றன. சில எந்திரங்களில் துணி மீண்டும் மீண்டும் ஒரே உருளையின் மட்டந்தட்டும் (nip) பகுதியினூடே செல்கிறது. இதன் விளைவாகத் துணியின் பல அடுக்குகள் வரை ஒரே நேரத்தில் அழுத்தம் செலுத்தப்படுகிறது. துரத்தி அழுத்தல் (chasing) என்னும் முறையில் சுருக்க எச்சம் கணிசமாகவுள்ளது. இம்முறை பரந்த அகலத்துணி, பாவுவகை இருபடைத்துணி (gabardine) ஆகியவற்றுக்குப் பயன்படுகிறது. கஞ்சியிடப்பட்ட துணிக்கு அழுத்த மெருகேற்றம் தருவதால் (glazing) சுருக்கத்தைத் குறைக்கவும் தூசி ஒட்டாது தடுக்கவும் இயலும்.

சிரினீரைஸ் செய்தல் (schreinerizing)**.** இது குறைந்த விலைப் பருத்தித் துணிகளுக்குப் பளபளப்பூட்டும் மலிவானதொரு முறை. மிக மெல்லிய கோடுகள் பதிக்கப்பட்ட எ.்.கு உருளைகளை 31 MPa அழுத்தத்தில் துணிமீது பதித்தால், மூலைவிட்ட வரம்புகள் ஒரு செ.மீ.க்கு 50-250 எனத் தோன்றும். இவ்வரம்புகளிலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் ஒளி, துணிக்குப் பளபளப்பைத் தருகிறது. ஆனால் மீண்டும் மீண்டும் சலவை செய்யும்போது இவ்வரம்புகள் மறைந்துவிடுகின்றன. கார வினையூக்கம் செய்யப்பட்ட துணியை இச்செயல்முறைக்குட்படுத்தினால் பளபளப்புக் கூடுதலாகும்.

எழும்பிய அச்சிடும் முறை (embossing)**.** இது உருவம் செதுக்கப்பட்ட, சூடாக்கப்பட்ட உருளைகளுக் கிடையே துணியைச் செலுத்தித் துணியின் துருத்திய உருவமைப்புகளையோ, மேற்பரப்புக் கோலங்களையே (designs in relief) தோற்றுவிக்கும் முறையாகும். கம்பளி தவிர்த்த பிற இழைகளாலான துணிகளுக்கு இம்முறை நிலைத்த தோற்றப் பொலிவைத் தருகிறது. பிற இழைகளுக்குத் துருத்திய உருவ அச்சிடல் முறையைப் பயன்படுத்துவதற்கு அவற்றைச் சில வேதிப் பிசின்களால் பூச வேண்டும். இவ்வுருவமைப்பு நிலைபெறுவதற்குத் துணியை இளவெப்ப நீரில் கழுவ வேண்டும். நிற நீக்கம் செய்தலோ, ஈரமாக இருக்கையில் பெட்டிப் போடுதலோ தவிர்க்கப்பட வேண்டும். எழும்பிய அச்சிடல் முறையில் சீர்செய்யப்பட்ட துணி, இரட்டைப் பின்னல்வகைத் துணியையோ (pigue), தழும்புத் தோற்றம் கொண்ட துணியையோ (clogue) ஒத்திருக்கும்.

இலையமைவு (moireing)**.** இது வளைவு விளிம்புக் கொண்ட (crenellated) உருளைகளைத் துணியின்மீது அழுத்திக் கண்கவரும், பளபளக்கும் அலைக் கோலங்களை உருவாக்கும் முறை. துருத்திய நிரப்பு நூல்களின்மீது ஏறத்தாழ 700 Mpa அழுத்தத்தில் உருளைகள் பதிகின்றன. இவ்வாழ்ந்த கோடுகளின்மீது, மாறுபட்ட எதிரொளிப்பு (divergent reflection) நிகழ்வதால் துணி பளிச்சிடுகிறது. ரேயான் துணியின்மீது இவ்விளைவுகள் நிலைத்திருப் பதில்லை. பட்டின்மீது சற்றே நீண்ட நாள்களுக்கு நிலைக்கிறது. அசெட்டேட் வகைத் துணிகள் இச்செயல்முறைக்குட் படுத்தப்படும்போது உருகி, விரும்பப்படும் கோலத்திற்கு இசைவாக மீண்டும் இறுகுகின்றன. எனவே அசெட்டேட், நைலான் போன்ற எளிதில் உருகும் இழைகளாலான துணிகளுக்கு இம்முறை சாலப்பொருந்தும். பருத்தித் துணிகளுக்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பாகக் குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருளால் பூச்சு அளிக்க வேண்டும்.

அடித்தல் (beetling)**.** மரச் சுத்திகளால் (mallets) துணியை ஓங்கி அடிக்கும்போது, நெசவு இடைவெளிகள் மூடப்பட்டு, துணி முற்றிலும் தட்டையான பளபளப்பான தோற்றத்தை அடைகிறது. மேசை விரிப்புக்கான லினன் துணி இம்முறைக்குட்படுத்தப்படுகிறது. அழுத்த மெருகேற்றம் கிடக்கையில் நிகழ்த்தப்படுகிறது ; அடித்தல் செங்குத்து அச்சில் நடத்தப்படுகிறது. எனவே, அடித்தலினால் துணி நிலயான தட்டை உருவடைகிறது. பருத்தியை இவ்வாறு அடித்து லினனின் தோற்றத்திற்கு இணையாக்கலாம்.

உருவ நிலைப்பு (shape retention) **வகைச் சீர் செய்தல்.** கம்பளி, பட்டு, இளகவல்ல செயற்கை இழைகள்

ஆகியவற்றைப் போலன்றிப் பருத்தி, லினன், ரேயான் போன்ற இழைகள் விரிவாற்றல் (resilience) பெற்றிரா. இவை எளிதில் சுருக்கமைடைகின்றன. சுருக்கத்தை எதிர்க்கும் இயல்பு முதலில் நூற்பு வகை ரேயான் துணிகளுக்கும், பின்பு பருத்தி மற்றும் லினன் துணிகளுக்கும் ஏற்றப்பட்டது. இச்சீர்செய்தல் முறைகள் வேதிப் பொருள்களைப் புகுத்தி நிகழ்த்தப் படுகின்றன. இச்சேர்மங்கள் இழைப் பல்லுறுப்பி களுக்கிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகளை உருவாக்கு கின்றன. இரு வினைத்திறன் முனைகளைக் கொண்ட எச்சேர்மமும் பருத்தியிலுள்ள செல்லுலோசுடன் வினைவுற்று மேம்பட்ட தரம் கொண்ட துணியைத் தருகிறது.

2 செல்லுலோஸ் OH + y-x-y → செல்லுலோஸ் OxO செல்லுலோஸ் + 2Hy

இவ்வாறு சீர்செய்யப்பட்ட துணிகளுக்கு நிலைப்பாற்றல் உண்டு. உலர்ந்த, சமதள நிலையில் குறுக்குப் பிணைப்புக் குட்படுத்தப்பட்ட துணி எப்போழுது உலர்நிலையை அடைந்தாலும் சுருக்கங்களின்றி இருக்கும். அதேபோன்று, ஈரநிலையில் குறுக்குப் பிணைப்புக்குட்படுத்தப்பட்ட துணி நீரில் நனைக்கப்படும் போதெல்லாம் சுருக்கமில் லாதிருக்கும். ஒற்றி-உலர்த்தி-பதனிடல் (pad-dry-cure) என்னும் முறையில் ∴பார்மால்டிஹைடு குறுக்குப் பிணைப்பேற்றம் செய்யப்பட்ட துணிகள் மேற்கூறிய பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இம்முறையின் முதல் கட்டத்தில் ∴பார்மால்டிஹைடு கரைசலில் துணி தோய்த் தெடுக்கப்படுகிறது. நனைத்துத் துணி இரண்டு உருளை களுக்கிடையே அழுத்திப் பிழியப்படுகிறது. இந்நிலையில் துணியின் எடை 60-100% கூடுகிறது. ஒற்றுவதற்குப் (padding) பயன்படும் கரைசலில் 5-9% குறுக்குப் பிணைப்பேற்றி, 0.4-3.5% பதனிடு வினையூக்கி (curing catalyst),1-3% தொடுகைத் திருத்தி (hand modifier) ஆகியன இடம்பெறுகின்றன. அடுத்த கட்டமான உலர்தல், பதனிடுதல் ஆகிய இரு கட்டங்களிலும் மொத்தத்தில் ஒரு நிமிடத்திற்கு 100மீ. நீளத் துணி நகருகிறது.

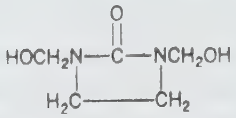
மடிக்கப்பட்ட அல்லது சுருக்கம் ஏற்றப்பட்ட துணியில் குறுக்குப் பிணைப்பைத் தோற்றுவித்தால், அக்குறுக்குப் பிணைப்பு மறையும் வரை சுருக்கமோ மடிப்போ நீடிக்கும். குறுக்குப் பிணைப்பேற்ற வினைகள் யாவும் மீள்வினை களாதலால், குறுக்குப் பிணைப்புகளை நீராற்பகுப்பால் அகற்றும்போது இவ்வியல்புகளும் அகன்றுவிடும்.

செல்லுலோசைக் குறுக்குப் பிணைப்புறச் செய்கையில் சில விரும்பத்தகாத தன்மைகள் புகுத்தப்படுகின்றன. அறுவலு (breaking strength), கிழிவலு (tearing strength),தேய்மான எதிர்ப்பு (abrassion resistance) ஆகியன குறைகின்றன. மேலும், ஈரத்தை இருத்தி வைக்கவும், மறு ஏற்பு செய்யவும் இயலுவதில்லை. குறுக்குப் பிணைப்புகள் சாய மூலக்கூறுகளை உட்புக விடு வதில்லையாதலால், குறுக்குப் பிணைப்புகளைப் புகுத்துவதற்கு முன்பே துணியைச் சாயமிட வேண்டும். குறுக்குப் பிணைப்பினால் செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகள் வலிவிழப்பதைத் தடுப்பதற்குப் பாலிஎஸ்ட்டர் இழைகளுடன் இனக்கலப்புச் செய்து துணி தயாரிக்கலாம்.

∴பார்மால்டிஹைடு, யூரியா - ∴பார்மால்டிஹைடு, மெலமின் - ∴பார்மால்டிஹைடு ஆகியனவே முதன்முதலாக இத்துறையில் பயன்படுத்தப்பட்ட குறுக்குப் பிணைப்பு அமைப்புகாளகும். தூய பருத்தித் துணியை ∴பார்மால் டிஹைடுடன் வினைப்படுத்தித் திருத்துவதைவிட யூரியா-∴பார்மால்ஹைடுடன் வினைப்படுத்துதல் வலிவிழப்பைத் தவிர்க்கும். யூரியா - ∴பார்மால்டிஹைடு வினைப்பொருளில் ∴பார்மால்டிஹைடு - யூரியா விகிதம் 1.3-1.8 ஆக இருக்கும். உலோக உப்புகளையோ ($Zn(NO_3)_2$, $MgCl_2$) அமின் ஹைட்ரோகுளோரைடுகளையோ வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுத்தலாம். ஹைப்போகுளோ ரைட்டைக் கொண்டு நிறநீக்கம் செய்யும்போது குறுக்குப் பிணைப்புகளிலுள்ள N-H தொகுதிகள் N-CI தொகுதிகளாக மாறுகின்றன. பின்பு துணியைப் பெட்டிப் போடும்போது HCl உருவாகித் துணியைப் பாதிக்கிறது. இப்பாதிப்பைத் தவிர்ப்பதற்கு N-Cl தொகுதிகள் தோன்றாது பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு முந்தைய கட்டமான N-H தொகுதி உருவாதல் தடுக்கப்பட வேண்டும். எனவே, யூரியாவிலுள்ள NH_2 தொகுதிகளை மெத்திலால் ($-CH_2OH$) தொகுதிகளால் முழுமையாகப் பதிலீடு செய்தால் குறுக்குப் பிணைப்பில் குளோரின் நுழைவதைத் தடுக்கலாம். இந்நோக்கம் நிறைவேறுவதற்கு மிகையளவு ∴பார்மால்டிஹைடு சேர்க்கப்பட வேண்டும். யூரியாவுக்குப் பதிலாக, ∴பார்மமைடு, கார்பமேட்டுகள் (NH_2COOR), மெல்மீன்கள் ஆகியவற்றை ஈடுபடுத்தினால் மெத்திலா லேற்றம் முழுமையாக நிகழும்.

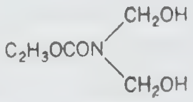
$$-CO\text{-}NH_2 + HCHO \rightarrow CO\text{-}NH\,CH_2OH \xrightarrow{HCHO} -CO\text{-}N\,(CH_2OH)_2$$

ஹைப்போகுளோரைட்டின் பாதிப்பைத் தவிர்ப்பதற்கு வளைய யூரியாக்கள் (டிரையசோன்கள், யூரான்கள்) பயன்படுகின்றன. யூரியா கிளையாக்சால் ∴பார்மால்டிஹைடு கூட்டுப்பொருளான 1,3 டைமெத்திலால் - 4,5 டை ஹைட்ராக்சி எதிலீன் யூரியா (DMDHEU) தற்போது முதனிலைக் குறுக்குப் பிணைப்புப் பொருளாகப் பயன்பட்டு வருகிறது.



(DMDHEU)

இவ்வகையில் மற்றொரு புதுமைப்பொருள் N,N-டை மெத்திலால் கார்பமேட்டாகும்.



(DMEC)

DMDHEU - விலுள்ள நான்கு ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளையும் அல்க்கைலேற்றம் செய்து பெறப்படும் பொருள் குறுக்குப் பிணைப்பு ஏற்றப்பட்ட துணியிலிருந்து HCHO வெளியேற்றத்தை மிகுதியாகக் குறைக்கிறது. DMDHEU, DHDMEU ஆகிவற்றினால் சீர்செய்யப்பட்ட துணிகள் நீரை உறிஞ்சுவதில்லை. இதனால் இத்துணிகளை ஈரப்பதனுள்ள தட்பவெப்ப நிலையில் பயன்படுத்துதல் வசதியாக இருப்பதில்லை.

சுருக்கம் தோன்றாது பாதுகாத்தல். பிரியாது சொட்டச் சொட்ட உலர்த்தப்படவல்ல துணிகளைத் தயாரிக்க இளகவல்ல நெகிழிகளே சிறந்தவையாகும். சுருக்கமும் மடிப்பும் இராத துணிகளைத் தயாரித்து ஆடையாகத் தைப்பதைவிடவும், ஆடையாகத் தைத்த பின்பு தேவையான, நிலையான மடிப்புகளை (durable or permanent press) உருவாக்குதல் கூடுதல் பயன்தரும். 65% பாலி எஸ்ட்டர், 35% பருத்தி என்னும் விகிதத்தில் இனக்கலப்புச் செய்யப்பட்ட இழையினாலான துணி மடிப்பு கலையாதிருப்பதுடன் வலிவும் குன்றுவதில்லை.

உரிமைப் பட்டயம் பெறப்பட்டுள்ள ஒரு முறையில் இமிடசோலிடோன் எனும் பொருளால் குறுக்குப் பிணைப்பேற்றம் செய்யப்பட்ட துணியைத் தேவைக்குச் சற்றுப் பெரிதாக தைத்து, தக்க அழுத்த அமைப்புகளால் ஆடையில் பல்வேறு பகுதிகளிலும் தேவைப்படும் மடிப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பின்பு 160^{0}C இல் ஓர் அடுப்பில் செலுத்தி இம்மடிப்புகள் நிலை நிறுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு துணித் தயாரிப்பு நிறுவனமும் ஒவ்வொரு வழிமுறைக்குக் காப்புரிமை (patent) பெற்றுள்ளது.

நூல் பிசிர் எரித்தல் துணியைப் பிசிரின்றி வழவழப்பாகச் செய்யும்பொருட்டு இரு தீச்சுடர்களுக் கிடையே விரைவாகச் (நிமிடத்திற்கு 225 மீ நீளம் வரை) செலுத்தி, நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் இழை முனைகளை எரித்து அகற்றுதல், பருத்தித் துணிகளில் பெரும்பாலும் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. எதிர் கருவியிலிருந்து வெளிவரும் துணி ஒரு நொதிக் கரைசலில் செலுத்தப்படுகிறது. இங்குத் துணியிலிடப்பட்ட கஞ்சி (starch) செரித்துப் பிரிக்கப்படுகிறது. இழை முனை எரித்தலை நெசவுக்கு முன்பாக நூல்களிலும் நிகழ்த்தலாம்.

வெளுப்பாக்குதல் (bleaching). வெள்ளைத் துணி தயாரிக்கப்பட வேண்டியிருந்தாலும், துணியின்மீது அலங்கார வண்ணக் கோலரங்கள் இடப்பட வேண்டி யிருந்தாலும் இயல்பான நிறங்களை நீக்க வேண்டும். தயாரிப்புக் கட்டங்களில் கறை படிந்திருந்தாலும், இச்செயல்முறை தேவையாகிறது. இதனை நூல் தயாரிப்புக் கட்டத்திலோ, முழுமையான துணியின்மீதோ நிகழ்த்தலாம். இதற்கான வேதிப்பொருள் தேர்வு வெளுக்கப்பட வேண்டிய துணியின் வகையைப் பொறுத்தது. பருத்தித் துணிகளுக்குப் பெரும்பாலும் பெராக்சைடு வெளுத்தல் முறை கையாளப்படுகிறது. இழை முனை எரிக்கப்பட்ட துணிகள் நீராவியால் கஞ்சியகற்றம் செய்யப்பட்டு 3% எரிகாரக் கரைசலில் நனைக்கப்படுகின்றன. பின்பு J வடிவிலான கலங்களில் (J-box) 100^{0}C இல் ஒரு மணி நேரம் நிறுத்தி வைக்கப்படுகின்றன; மீண்டும் வெந்நீரில் கழுவப்பட்டு, 2% H_2O_2 கரைசலில் செலுத்தப்பட்டு, ஒரு மணி நேரத்திற்கு மற்றொரு J பெட்டியில் இருத்தி வைக்கப்பட்டு இறுதியாகக் கழுவி உலர்த்தப்படுகின்றன.

பழைய (மரபு) முறையில் எஃகிலான பெரிய அண்டாக்களில் (kiers) 3% எரிகார கரைசலில் ஏறத்தாழ 12 மணி நேரம் துணி அழுத்தத்தில் கொதிநீர் வெப்பநிலையில் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. எரிகாரத்துடன் சிறிது சோப்பும், சோடியம் சிலிகேட்டும் கலக்கப்படுகின்றன. அண்டாவின் கொள்ளளவு ஏறத்தாழ 5 டன் துணியாகும். அண்டா விலிருந்து வெளியே எடுக்கப்பட்ட துணி குளிர்ந்த நீரில் கழுவப்பட்டு, நீர்த்த கந்தக அமிலத்தினால் எரிகாரம் நடுநிலையாக்கப்படுகிறது. மற்றொரு கழுவலுக்குப்பின் 2% சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலில் செலுத்தப் படுகிறது. மீண்டும் கழுவப்பட்டு மிக நீர்த்த SO_2 நீரியக் கரைசலில் இடப்படுகிறது.

வெளுக்கும் முறைகள் யாவும் இழையின் வலிவைக் குறைக்கின்றன. தோற்றத்தைவிடத் திடம் (durability) முதன்மையாகக் கருதப்படின் வெளுக்கப்படாத காரிக்கன் துணியையே பயன்படுத்த வேண்டும். சலவை செய்யச் செய்யத் துணி சிறிது சிறிதாக வெளுப்படையும். லினன்

துணிகள் சூரிய ஒளியில் வெளுக்கப்படுகின்றன ; புல் தரையில் வாரக் கணக்கில் (அவ்வப்போது நீரில் கழுவப்பட்டு) உலர்த்தப்படுகின்றன. இங்கும் துணி வலிவிழப்பு ஏற்படுகிறது. கம்பளியை வெளுப்பாக்குவதற்குக் கொதிக்கும் கந்தகத்திலிருந்து வெளிவரும் புகையின் பாதையில் செலுத்தப்பட்டு, பின்பு சூடான H_2O_2 கரைசலால் பல மணி நேரம் கம்பளி அமிழ்த்தி வைக்கப்படுகிறது. பட்டையும் H_2O_2 கரைசலால் வெளுப்பாக்கலாம். பட்டு, கம்பளி இரண்டுமே நாட்பட நாட்படச் சற்றே மஞ்சளாக மாறுகின்றன ; சற்றே ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடினால் திருத்தி வெண்மையை மீண்டும் பெறலாம்.

செயற்கை இழைகளைப் பொறுத்தவரை பொதுவாக வெளுப்பாக்குவதற்குத் தேவை எழுவதில்லை. இழையற்ற பிற பொருள்கள் இத்துணிகளில் இடம் பெறுவதில்லை யெனினும், சில இழைகள் இயல்பாகவே மந்த நிறம் கொண்டுள்ளன. இவற்றை வெளுத்தல் எளிதன்று. ரேயான், அசெட்டேட் ஆகியன பெராக்சைடினாலும், நைலான் பெர்அசெட்டிக் அமிலத்தினாலும் பாலி எஸ்ட்டர் குளோரினாலும் வெளுப்பாக்கப்படுகின்றன. மேடாக்ரிலிக் வகை இழைகள் வெளுக்கப்படுவதில்லை.

சாதாரண வெளுப்பான்களைத் தவிர, ஒளிரும் பொருள்களாலான (fluorescent) பூச்சுகளை அளித்தும் வெளுப்பான தோற்றத்தை உருவாக்கலாம். உண்மையில் இவை நிறநீக்கம் செய்வதில்லை. நீல நிறத்தை எதிரொளிப்புச் செய்து மங்கலான, மஞ்சள் நிறத்தை மறைக்கின்றன.

கார வினையேற்றம். பருத்தித் துணித் தயாரிப்பில் இது ஒரு முதன்மையான கட்டமாகும். இழை முனை எரிப்புக்குப் பின்பு மற்றும் வெளுத்தலுக்கு முன்போ பின்போ காரவினையேற்றம் (mercerisation) செய்யப்படுகிறது. இச்செயல்முறையின்போது முறுக்கப்பட்ட, நாடா போன்ற பருத்தி இழை பருத்து, உருண்டை வடிவம் கொண்டு சுருங்குகிறது. இதன் விளைவாகப் பளபளப்புக் கூடுவதுடன், ஏறத்தாழ 20% வரை வலிமை கூடுகிறது. நேரடி, தொட்டி (vat) மற்றும் வினையுறு சாயங்களுக்கு நாட்டம் அதிகரிக்கிறது. காரவினையேற்றம் செய்யப்பட்ட பருத்தி அகலத்துணி (broad cloth) பட்டைப் போன்ற தோற்றம் கொண்டுள்ளது.

காரவினையூக்கத்தில் முதன்மையான கட்டம் குளிர்ந்த 15-20% எரிகாரக் கரைசலில் துணியைச் செலுத்துதலாகும். பின்பு இத்துணியை ஒரு கூடாரச் சட்டத்தில் பரப்பி, சுடுநீர் தெளித்துப் பெருமளவு எரிகாரத்தை அகற்ற வேண்டும். இத்தொடர்ச்சி முறையில் நல்ல விளைவுகளை எதிர்பார்க்க வேண்டியிருப்பின், அடர்வுமிக்க கரைசல், துணியின் நல்ல நீட்சி (நன்கு நீட்டப்படாத துணியின் கார வினையூக்கம் ஏறத்தாழ 20% சுருக்கத்தை விளைவிக்கிறது) முழுமையாகக் கழுவுதல் ஆகியன இன்றியமையாத் தேவையாகும். கார வினையூக்கத்தை உயர் வெப்பநிலைகளிலும் நிகழ்த்தலாம்.

கார வினையேற்றத்தில் (slack mercerising) நீளவாக்கில் நீட்சி நிலையிலும் அகலவாக்கில் தளர்ந்த நிலையிலும் துணியை இருத்திவைத்துக் காரவினையூக்கம் செய்தால், நீட்சிக்குட்படுத்தப்படாத நிரப்பு நூல்கள் சுருங்குகின்றன. இதனால் பின்பு 15-20% நிரப்புத் திசையில் நீட்சியடைகிறது. உடுத்தும்போது நீள மீட்பு சிறிது சிறிதாக நிகழ்கிறது. கூடுதலான நீட்சியையும், மீட்பையும் தளர்ந்த நிலைக் காரவினையூக்கம் செய்யப்பட்ட துணிக்குக் குறுக்குப் பிணைப்பு மூலம் ஏற்றலாம். ஆனால் இவ்வாறு செய்வதால் துணியின் வலிமை 30-50% குறைகிறது.

பின்னல் வகைத் (knit) துணிகளுக்கும் தளர்நிலைக் காரவினையூக்கம் செய்யலாம். ஆடையைத் தேவைப்படும் நீளத்திற்கு இரு மடங்கு கூடுதலாகவும், அகலத்தை 25-30% குறைவாகவும் இருக்குமாறு பின்னி, இந்நிலையில் கார வினையூக்கம் செய்தல் வேண்டும். இதன் விளைவாக நீளம் பாதியாகக் குறைக்கப்பட்டு, நீளவாக்கில் நீட்சிமை (stretch) நிலைத்துவிடுகிறது. இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் காலுறைகள் (socks) அணியும்போது பெரிதாவது போல் தோன்றினாலும், கழுவியபின் பழைய பரிமாணங்களை மீண்டும் பெறும்.

அம்மோனியா ஏற்றம். எரிகார வினையூக்கத்தைவிட அம்மோனியா ஏற்றம் (ammoniating) செலவு குறைவான வழிமுறையாகும். துணியில் குறைபாடுகளும் தோன்றுவதில்லை. எரிகார வினையேற்றத்தினால் தோன்றும் 20% வலிவூட்டலுடன் ஒப்பிட்டால், அம்மோனியா ஏற்றத்தில் தோன்றும் 50% வலிக் கூடுதல் கணிசமான அளவாகும். தேய்மான எதிர்ப்பு, பின்னல்வாகு ஆகியவனவும் இம்முறையில் கூடுதலாகும். காரவினையேற்றத்தில் உள்ளமை போல், அம்மோனியா ஏற்றத்திலும் பளபளப்பு, பரிமாண நிலைப்பு, சாய ஊன்றுகை ஆகியன கூடுதலாகின்றன.

நூல் அல்லது துணியை ஒரு வலிக்குறைந்த அம்மோனியா உப்புக் கரைசலில் -33°C வெப்பநிலையில் செலுத்தி, பின்பு விரைவாகச் சுடுநீரில் செலுத்தினால் தொடக்க நீளம் ஏறத்தாழ 5% கூடும். அம்மோனியா ஏற்றத்தைத் தொடர்ந்து குறுக்குப் பிணைப்பேற்றம் செய்யப்பட்ட பருத்தித் துணிகள் தொகுப்பு இழைகளாலான துணிகளுடன் ஒப்பிடவல்ல அளவுக்கு மடிப்புக் கலையாப் பண்பைப் பெற்றிருக்கின்றன.

சுருக்கம். இழைகள் நூலாக நூற்கப்படும்போதும், பின்பு நூல்கள் துணியாக நெய்யப்படும்போதும் நீட்சிக்குள்ளாகின்றன. இறுதியாகப் பயன்படுத்துகையில் இழைகள் மெல்ல மெல்லத் தொடக்க நிலையை அடைகின்றன. இதன் விளைவே சுருங்குதல் ஆகும். எனவே ஆடையாகத் தைப்பதற்கு முன்பே துணியைச் சுருக்கி விடுதலால் உடுத்தும்போது நிகழக்கூடிய சுருங்குதலைத் தவிர்க்க இயலும்.

அடிப்படை இழையின் நிலைப்புத்தன்மை, நெசவு வகை, நூலில் ஏற்றப்பட்ட முறுக்கின் (twist) அளவு, நூல் சிணுக்கு எண் (thread count) போன்றவை சுருக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள். பெர்கேல்கள் (percals) 3-8% சுருங்கக்கூடும்; ஃபிளானல்கள் 10% சுருங்கும். ஓர் ஆடவர் சட்டை 3% சுருங்கினால் அதன் கழுத்துப்பட்டைக் கணிசமாக உருமாறும். மகளிர் உடை 5% சுருங்கினால் அணிவதற்கு ஏற்றதன்று. சீர் செய்தல் முறையும் சுருக்கத்தைப் பாதிக்கிறது. துணியின் நீர் விலக்கும் இயல்பு சுருக்கத்தைப் பெருமளவு குறைக்கிறது.

அழுத்திச் சுருங்கதல். துணி நீரிலோ நீராவியிலோ நனைக்கப்பட்டு, கரைப்பகுதிகளில் பிடிப்புகளால் பற்றி இழுக்கப்படுகிறது. இதே நிலையில் இழுக்கப்பட்ட கனமான கம்பளிப் போர்வையின் மீது பொருத்தப்படுகிறது. போர்வையின் இழுவிசை தளர்த்தப்படும்போது அதனுடன் பிணைந்துள்ள துணியும் சுருங்குகிறது. தேவைப்படும் அளவுகளை எய்தியபின், துணி உலர்த்தப்பட்டு மேலும் சுருக்கம் 1%க்கு மேற்படாதவாறு திருத்தப்படுகிறது. இவ்வடிப்படை முறையில் பலவகையான சிறு மாற்றங்களைப் புகுத்தி மாறுபட்ட வணிக முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. அம்மோனியா ஏற்றத்தையும், அழுத்திச் சுருக்குதலையும் இணைத்து, சான்ஃபார்செட் (sanforset) என்னும் முறை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. சலவைக்குப்பின் 1% மேல் சுருக்கம் தோன்றுவதில்லை. ஒரு நவீன முறையில் அடுத்தடுத்துக் குறைவான வேகங்களில் சுழலும் உருளைகளினூடே செலுத்தும்போது, துணி நீளவாக்கில் அழுத்தப்படுகிறது. பின்னல் வகைப் பருத்தித்துணிகளுக்கான ஒரு சிறப்பு உத்தியில் ஈரத்துணியில் அகலவாக்கில் நீட்டிப் பின்னல் வளையக் கண்ணிகளை ஒருமுகப்படுத்துவர். இந்நிலையில் காற்றோட்டத்தில் உலர்த்தும்போது வளையங்கள் நிலையான சுருக்கமடைகின்றன. மற்றொரு முறையில் மிக உயர் அழுத்தத்தில் மெல்லச் சுழலும் உருளைகளைத் துணியின் மீது பதித்தால் 30% வரை இழை நெருக்கத்தை ஏற்படுத்தலாம். உருளையின் வேகத்தையும், அழுத்தத்தையும் வேறுபடுத்தி, ஓர் அடிப்படைத் துணியிலிருந்து பலவகைத் துணிகளைப் பெறலாம்.

லண்டன் சுருக்கல் முறை. குளிர்ந்த நீரைக்கொண்டு கம்பளித் துணியை முன்சுருக்கம் செய்யும் முறையில் ஈர விரிப்புகளிடையே துணியை ஏறத்தாழ 20 மணி நேரம் இருத்தி வைக்க வேண்டும். அப்போது ஈரம் துணியின் இழைகளில் ஊடுருவுகிறது. பின்பு மெல்ல உலர்த்தி, 24 Mpa அழுத்தத்திற்குட்படுத்த வேண்டும். இது முதன்முதலாக லண்டனில் கையாளப்பட்ட முறையாகும்.

குளோரினேற்ற முறை. கம்பளித் துணியை நீர்த்த கால்சியம் ஹைப்போ குளோரைட் அல்லது சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலிலிட வேண்டும். இழை மீதுள்ள செதில்கள் அகற்றப்படுகின்றன; இழையின் உள்ளும் புறமும் இணைகின்றன. இதனால் சுருக்கம் குறைகிறது. எனினும், பாதுகாப்பான செதிள் பகுதி அகற்றப்படுவதால் இழையின் பின்னியல்பும், திடமும் பாதிக்கப்படுகின்றன. பளபளப்பு, காலுறை, குளிர் தாங்கும் உடை ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்குக் குளோரினேற்றம செய்யப்பட்ட கம்பளி ஏற்றது. ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலுக்குப் பதிலாகச் சல்ஃப்யூரைல் குளோரைடைப் பயன்படுத்தலாம்.

குளோரினேற்ற முறைக்குப் பதிலாகச் சமையல் உப்பினால் நிறைவு செய்யப்பட்ட $KMnO_4$ கரைசலில் கம்பளியை நனைத்தும் சுருக்கலாம். குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட கம்பளித் துணியின் மீது இறுகவல்ல பிசினொன்றைப் பூசிச் சுருக்கக் கட்டுப்பாட்டை விளைவிக்கலாம். மற்றொரு முறையில் ஐசோசயனேட் உள்ளடக்கிய பல்லுறுப்பிகளைக் குளோரினேற்றம் செய்யப்பட்ட கரைப்பான்களில் கரைத்து, கம்பளித் துணியை அதில் நனைத்து, உலர்த்த வேண்டும். பின்பு இத்துணியைப் பாலி அமைடு நீரியக் கரைசலில் அமிழ்த்தினால், கம்பளி இழையின் புறப்பரப்பில் பரப்பிடைப் பல்லுறுப்பாக்கம் (interfacial polymerisation) நிகழ்கிறது.

நிரப்புதல். கம்பளி இழைகள் தூய்மையாக்கப்பட்டு, ஈரம், அழுத்தம், வெப்பம், சோப், சில வேதிப்பொருள்கள் ஆகியவற்றின் இணைந்த செயலால் குறுக்கப்படுகின்றன. எனவே நெய்யப்படும் துணி அடர்த்தியாகவுள்ளது.

துணி விரித்திறுக்குதல் (tentering). முடிவிலா இரு சங்கிலிகளுக்கிடையே ஈரத் துணி விரித்துப் பொருத்தப்படுகிறது. சங்கிலிகளில் பிடிப்பிகளோ, ஊசிகளோ இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை துணியின் கரைகளைப் (selvages) பிடித்து இருக்கின்றன. கம்பளித் துணிகளுக்கும் பின்னல் வகைத் (knitted) துணிகளுக்கும் ஊசிப் பிடிப்பிகளும், பருத்திக்கு இடுக்கு வகைப் பிடிப்பிகளும்

பயன்படுகின்றன. பாவு நூல்களுக்கும் நிரப்பு நூல்களுக்கும் சரியான ஒருங்கிணைப்பு இருக்குமாறு அமைத்தலில், மேற்கூறிய வழிமுறை சற்றே திருத்தியமைத்து நடத்தப்படுகிறது. துணி உருளைகளின்மீது செலுத்தப்பட்டு, சுடுநீரில் நனைக்கப்படுகிறது. பின்பு குளிர்ந்த நீரில் நனைக்கப்பட்டு உலர்த்தப்படுகிறது.

துணியினூடே பாய்ச்சுதல் (decating). இம்முறையை ஈர நிலையிலோ உலர்நிலையிலோ நடத்தலாம். துணியைத் துளைகள் மிகுந்த ஓர் உருளையின்மீது சுற்றி, அதன் வழியே சுடுநீரைப் பாய்ச்சவேண்டும். இது கம்பளிக்கு மட்டுமே கையாளப்படும் முறையாகும். கம்பளி, பட்டு, பருத்தி, ரேயான் ஆகிய அனைத்துத் துணிகளுக்கும் ஏற்ற உலர்முறையில், துளையிடப்பட்ட உருளையின்மீது ஒரு போர்வையையும் போர்வையின்மீது ஒரு துணியையும் சுற்ற வேண்டும். நீராவியைத் துணியின் வழியாக விரைவாகப் பாய்ச்சும்போது, துணியின் இழைகள் நெகிழ் தன்மை அடைகின்றன; தகைவுகள் நீக்கப்படுகின்றன: சுருக்கங்கள் அகலுகின்றன. நீராவி, வெற்றிட இறைப்பியின் வாயிலாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

துணி காற்றில் குளிர்விக்கப்படும்போது நூல்கள் நிலைத்த பண்பை அடைகின்றன.

நீர்-விலக்கும் இயல்பு. குறிப்பிட்ட கால அளவுக்கு நீரை உறிஞ்சாமலும், ஊடுருவவிடாமலும் நிலைத்து நிற்கும் இயல்புக்கு நீர்-விலக்கும் இயல்பு எனப்பெயர். இக்கால அளவு புகும் நீரின் விசையையும் துணியின் புறப்பரப்புத் தன்மையையும் பொறுத்தது. எனினும், இறுதியாக நீர் துணியில் புகவே செய்யும். இத்துணிகள் நுண்துளைகளை யுடையவையே. ஆனால் இழைகள் (நைலான், பாலி எஸ்ட்டர்) நீர்-விலக்கும் தன்மை கொண்டுள்ளன. பருத்தி, ரேயான் போன்றவை நீரை எளிதில் உறிஞ்சுகின்றன. இதன் காரணமாகவே மழைக் கோட்டுகள் தூய பாலி எஸ்ட்டர் துணிகளினால் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சில பருத்தித் துணிகள் தொடக்கத்தில் உறிஞ்சுப்பட்ட நீரில் பருத்துப் பெருகித் துணியிலுள்ள துளைகளை அடைத்துவிடுகின்றன. இதன் விளைவாகத் துணி நெருக்க அமைப்பை அடைந்து, நீரை உட்புகவிடுவதில்லை. இவ்வகைத் துணிகள் மூன்று உட்பிரிவுகளுடையன; தூறல் எதிர்ப்பு வகை என்பது லேசான மழையிலிருந்து பாதுகாப்பு அளிக்கும். ஆனால் 15 நிமிட அடை மழையில் நனைந்துவிடும். மழை தாங்கும் வகை என்பது சில மணி நேர மழையைத் தாங்கும். இறுதி வகை அடை மழையையும் தாங்கவல்லதாகும்.

நீர்-விலக்கும் இயல்பைப் புகுத்துவதற்குத் துணியின் பரப்பின்மீது தக்க பூச்சு அளிக்க வேண்டும். பாரஃபின் மெழுகு-அலுமினியம் அசெட்டேட் பால்மம், பாரபின் மெழுகு-சிர்கோனியம் உப்புக் கலவை ஆகியன சிறந்த நீர்-புகவிடாப் பொருள்கள்; ஆனால் ஒரு சில சலவைகளுக்குப் பின்பு நீர்-விலக்கும் தன்மை குறையும் அல்லது உலர் சலவைக்கு மட்டுமே ஏற்றதாக இருக்கும். சலவையினால் சிறிதும் பாதிக்கப்படாத நீர்-விலக்கும் வகைப் பூச்சுகளான பிரிடீனியம் சேர்மம், மெலமின் ரெசின்-ஸ்டியரமைடு கலவை, சிலிகோன்கள் ஆகியன நிலைத்த, நீர்-விலக்கும் தன்மையைத் துணிக்கு ஏற்றுகின்றன.

நீரேற்காவியல்பு (water-profing). முழுமையாக நீரை ஏற்காத தன்மையைத் துணிக்கு ஏற்ற வேண்டுமாயின், நீரில் கரையாததொரு பொருளினால் துணியின் நுண்துளை இடைவெளிகளை நிரப்பிப் பூசுதல் தேவை. தீயணைப்புப் படையினர், காவல் துறையினர் ஆகியோரின் சீருடைகளுக்கு ரப்பர்ப் பூச்சு அளித்தல் இவ்வகைப் பாதுகாப்புக்காகவே ஆகும். மீனவர் அங்கிகளுக்கு ஆளிவிதை எண்ணெய்ப் பூச்சு அளித்தலும் பழங்காலத்தில் கையாளப்பட்டு வந்த முறையாகும். ரப்பர் எளிதில் ஆக்சினேற்றச் சிதைவுறுவதாலும், வெடிப்புறுவதாலும், ரப்பருக்குப் பதிலாக வினைல் ரெசின் பூசப்பட்ட நைலான் துணிகள் சரக்கு வண்டிகளை மூடும் போர்வையாகப் பயனாகின்றன. பாலி வினைல் குளோரைடு, அக்ரிலிக்குகள் ஆகியன இவ்வகையில் சிறந்து விளங்குகின்றன.

நீர் உறிஞ்சு தன்மை. உள்ளாடை, துவாலை, துடைக்கும் துணி ஆகியவற்றுக்கு நீர் உறிஞ்சும் தன்மை இன்றியமையாதது. செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகளுக்கு அம்மோனியம் சேர்மங்களைக் கொண்டு சீர் செய்து நீர் உறிஞ்சும் இயல்பினைக் கூடுதலாக்கும் மற்றொரு முறையின் வாயிலாகத் துணியின் இழைகள் அவற்றின் எடையைப் போன்று ஏறத்தாழ 30 மடங்கு நீரை உறிஞ்சும் தன்மையைத் தோற்றுவிக்க இயலும். பருத்தி அல்லது ரேயான் இழையுடன் அல்லது ஏதோவொரு செல்லுலோஸ் வகை இழையுடன் நீர் உறிஞ்சவல்ல, நீர் கவரக்கூடிய (hydrophilic) மூலக்கூறுகளை இணைக்க வேண்டும். இதற்குக் கதிர்வீச்சையும் பயன்படுத்துல் உண்டு. பின்பு இத்துணியை ஒரு வேதிப் பொருள் கரைசலில் அமிழ்த்தினால், இழையின் விறைப்பான பகுதிகள் படிக உருவிழந்து அப்பகுதிகளில் கூடுதலாக நீர்நுழைகிறது. மேலும், இச்செயல் முறையினால் இழைவடிவ மூலக்கூறுகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிந்து, இச்செயல் முறையினால் இழைவடிவ மூலக்கூறுகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிந்து, பருத்தலுக்கு இடமளிக்கும். உறிஞ்சு தன்மையைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குக் கரைசலின் செறிவையும், நனைத்தல் நேரத்தையும் ஏற்றவாறு அமைக்க வேண்டும். இவ்வகைத்

துணிகள் துவாலை, துவட்டும் துண்டு, மகளிர் உள்ளாடை, மருத்துவமனைத் துணி ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன.

நைலான் -6, நைலான் -66 ஆகியவற்றின் நீர் உறிஞ்சும் தன்மையை அதிகரிப்பதற்கு அவற்றை நைலான் -8 கொண்ட கரைசலில் நனைத்து எடுக்கலாம் (நைலானேற்றம்). பாலி எஸ்ட்டர் துணிகளுக்கு அளிக்கப்படும் ஒரு வகைப் பூச்சு துணியின் புறப்பரப்போடு தங்கி, பிசுபிசுப்பு இன்றி நீரை ஈர்க்கிறது.

அழுக்கு ஒட்டவிடாமை. ∴புளுரோ சேர்மங்கள் துணியின்மீது அழுக்கு, கறை, கசடு ஆகியன ஒட்டாமல் பாதுகாக்கின்றன. கனிச்சாறுகள், கா∴பி, தேநீர், எண்ணெய், வியர்வை, மை, மண் ஆகியவற்றை ஒட்டவிடாமல் செய்வதற்குப் பருத்தி, பாலி எஸ்ட்டர் துணிகளைக் கதிர்வீச்சுக்குள்ளாக்கி, பின்பு நீர்த்த மெத்தாக்ரீலிக் அமிலக் கரைசலில் நனைத்து உலர்த்துதல் சிறந்த வழிமுறையாகும். காண்க: தீ எதிர்ப்பு.

-மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணி வேதியியல்

துணித் தயாரிப்பில் வேதியியலின் பங்கு பற்றி இப்பிரிவு விளக்குகிறது. பருத்தியே ஒரே நெசவு இழையாக இருந்த காலத்தில் பருத்தியின் சுருக்கத்தைத் தவிர்ப்பதற்கும், தேவையான மடிப்புகளை நிலைத்திருக்கச் செய்வதற்கும், சாயமிடுவதற்கும், வெளுப்பதற்கும், நீர்க்காவியை மறைப்பதற்கும் பல வேதிப்பொருள்கள் பயன்பட்டு வந்தன. அதாவது, இயற்கையில் கிடைக்கும் இழைகளுக்குத் தன்மைத் திருத்தங்கள் செய்வதற்கு மட்டுமே வேதிப்பொருள்கள் பயனாகி வந்தன. செயற்கை இழைத் தயாரிப்பு தொடங்கியதிலிருந்து தயாரிப்புக் கட்டத்திலேயே வேதியியல் புகுத்தப்படலாயிற்று. இன்று நெசவுத் துறையில் ஏறக்குறைய 6500 வேதிப் பொருள்கள் பல கட்டங்களிலும் பயனாகி வருகின்றன. இவ்வகையில் இத்துறை, பெட்ரோலிய எண்ணெய்த் துறையையும் விஞ்சி நிற்கிறது.

குறிப்பிட்ட சிறப்பியல்புகளுடன் துணிகள் தயாரிக்கப்பட வேண்டும் என்னும் நுகர்வோர் கோரிக்கைக்குத் தகுந்தாற் போல் கீழ்க்காணும் கட்டங்களில் பல்வகை வேதிப் பொருள்கள் பயனாகின்றன: அவை நிலைத்த அல்லது திடமான மடிப்பு (permanent or durable press), அழுக்கு ஒட்டாமை (soil repellancy), எண்ணெய் அல்லது நீர் ஒட்டாமை (oil/water repellancy), நிலை மின்னேற்றம் திரளாமை (antistatic), சுருங்காமை (antishrinking), தட்பவெப்ப நிலைக்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மை என்பன.

துணிகளுக்கான வேதித் திருத்தங்கள், புறப்பரப்பு நிலைத் திருத்தங்கள் (topical treatments) பற்று இழையுடன் வேதிப் பிணைப்பைத் தோற்றுவித்து உருவாக்கப்படும் திருத்தங்கள் என வகைப்படுத்தப்படும். செயற்கை இழைகள் வினைத்திறன் குன்றியவையாக உள்ளமையால் இவை முதல்வகைத் திருத்தங்களுக் குட்படுத்தப்படுகின்றன. பருத்தி, ரேயான், கம்பளி ஆகியன வினைத்திறனு டைத்தனவாக உள்ளமையால் இரண்டாம் வகைத் திருத்தங் களுக்கேற்றவையாகின்றன.

புறநிலைத் திருத்தங்கள் நிலைத்து நிற்க வேண்டுமாயின், சேர்க்கப்படும் வேதிப்பொருள்கள் பல்லுறுப்பாக்கத்திற்குள்ளாகித் (polymerisation) துணியுடன் ஒன்றிவிட வேண்டும். துணி சலவை செய்யப் படும்போது சில பிணைப்புகள் நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன. இந்நீராற்பகுப்பு கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டும். பனியன் போன்ற பின்னல் வகைத் துணிகள் நெசவு வகைத் துணிகளைவிட எளிதாகவும் விரைவாகவும் சுருக்கத்திலிருந்து விடுபடுகின்றன. ஆனால் பரிமாண நிலைப்பு பின்னல் வகைத் துணிகளில் குறைவாகும். எளிதில் உலரும் தோற்றத்தை அளிக்கும் செயல்முறைகள் பொதுவாகத் துணியின் அளவு நிலைப்பையும் தந்துவிடுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

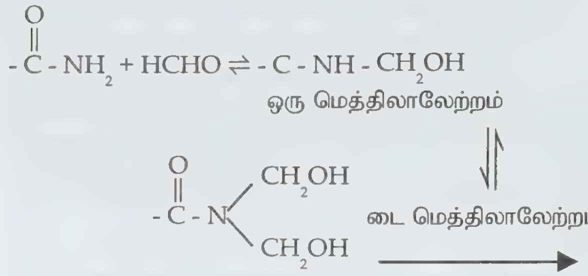
ஒற்றி-உலர்த்தி-பதனிடல் (pad-dry-cure) என்னும் முறையில் செல்லுலோஸ் வகைத் துணிகள் நன்கு சீர்செய்யப்படுகின்றன. இதற்காகப் பயன்படும் கரைசலில் 5-9% குறுக்குப் பிணைப்பேற்றி, 0.4-3.5% அமில வகை வினையூக்கி மற்றும் 1-3% பால்மமாக்கப்பட்ட பல்லுறுப்பி ஆகியன அடங்கும். குறுக்குப் பிணைப்பிற்கு அமினோ நெகிழிகள் முதனிலைப் பொருள்களாகும். இரு வினைத்திறன் முனைகளைக் கொண்ட எந்தச் சேர்மமும் பருத்தியிலுள்ள செல்லுலோசுடன் வினையுற்று எளிதில் உலரும் தோற்றத்தை ஏற்றுகிறது. ∴பார்மால்டிஹைடு இத்துறையில் முதன்முதலாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட குறுக்குப் பிணைப்பாக்கியாகும். இக்குறுக்குப் பிணைப்பு வினையற்றதாகவும், நிலைத்து நிற்கக்கூடியதாகவும் சலவை, வெப்பம், சூரிய ஒளி ஆகியவற்றினால் பாதிக்கப்படாததாகவும் இருக்கும். எனினும், ∴பார்மால்டிஹைடு குறுக்குப் பிணைப்புக்குட்படுத்தப்பட்ட தூய பருத்தி துணி வலிவையும், தேய்மான எதிர்ப்பையும் பெற்றிருப்பதில்லை. தொடர்ச்சியான தொழிலக அளவு

செயல்முறைக்கு ஏற்றதாக இராமையுடன், உறுதிப்பாடுடைய (consistent) விளைவுகள் தோன்றுவதில்லை. துணியை ஃபார்மால்டிஹைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது ஓர் உண்மை தெரியவந்தது. துணியை உலர்ந்த நிலையில் குறுக்குப் பிணைப்புக்குட்படுத்தினால், அத்துணி பலமுறை நனைத்து உலர்த்தப்பட்டாலும் ஒவ்வொரு முறையும் உலரும்போது குறுக்குப் பிணைப்பேற்றம் செய்யப்பட்ட துணி எப்போது ஈர நிலையை அடைந்தாலும் குறுக்குப்பிணைப்பு நிலைக்குத் திரும்புகிறது.

குறுக்குப்பிணைப்பேற்றததினால் செல்லுலோசின் அறும் வலிமை, கிழியும் வலிமை, ஈர மீட்புத் தன்மை, சாயங்களின் ஊன்றுகை ஆகியன குறைந்துவிடுகின்றன. இக்குறைகளைத் தவிர்க்கும் நோக்கத்துடன் பருத்தி பாலிஎஸ்ட்டருடன் இழைக்காப்புச் செய்யப்படுகிறது.

யூரியா - ஃபார்மால்டிஹைடு, மெலமின் - ஃபார்மாலிடி ஹைடு ஆகியன ஃபார்மாலடிஹைடுக்குப் பதிலாக ஒருறுப்பி வடிவிலோ (monomer), சிற்றளவு பல்லுறுப்பி (oligomer) வடிவிலோ துணிகளில் புகுத்தப்படுகின்றன. ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலைக் கொண்டு வெளுக்கும் அமைப்புகளில் இத்துணிகள் வலிவிழக்கின்றன. யூரியா - ஃபார்மால்டிஹைடு வினைப்படுபொருளில் ஃபார்மால்டிஹைடு - யூரியா விகிதம் 1.3 - 1.8 வரை உள்ளது. இவ்வினையை ஊக்குவிப்பதற்காக உலோக உப்புகளோ, தேர்ந் தெடுக்கப்பட்ட அமீன் குளோரைடுகளோ பயனாகின்றன. ஹைப்போகுளோரைட் வெளுத்தல் முறையின்போது சில N-H தொகுதிகள் N-Cl தொகுதிகளாக மாற்றப்படுகின்றன. நிறநீக்கம் செய்யப்பட்ட துணியின்மீது பெட்டிப் போடப்படும் போது சில வினைகள் நிகழ்ந்து, HCl வளிமம் வெளி வருகிறது. செல்லுலோசின் பல்லுறுப்பிச் சங்கிலி நீராற்பகுப்பால் சிதைவுறுகிறது. குளோரின் இருத்திவைக்கப்படுதல் மற்றும் குளோரமைடுகளின் சிதைவு ஆகியன பற்றி நன்கு அறியப்பட்டுள்ளது. குறுக்குப் பிணைப்புச் சேர்மத்தின் மூலக்கூறு அமைப்புக்கும் குளோரின் தேக்கம் மற்றும் உமிழல் ஆகியவற்றுக்கும் உள்ள தொடர்பு அறுதியிடப்பட்டுள்ளது. யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு அமைப்பில் குளோரமைடுகள் எளிதில் உருவாகி, சிதைந்துவிடுகின்றன. இதனால் துணிக்குப் பெருத்த பாதிப்பு ஏற்படுகிறது.

குளோரமைடு உருவாதலை முழுமையாகத் தடுப்பதற்குக் குறுக்குப் பிணைப்புச் சேர்மத்தை முழுமையான மெத்திலாலேற்றம் (methylolation) செய்தல் தேவை. இதனால் சீர் செய்யப்பட்ட துணியில் N-H தொகுதிகளின் மலினம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. மிகையளவு ஃபார்மால்டிஹைடைப் பயன்படுத்தி இதனை நிறைவேற்றலாம்.



- CH_2OH = மெத்திலால் தொகுதி

மெத்திலாலேற்றங்கள் பொதுவாகக் காரம் கலந்த நீரியக் கரைசல்களில் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. ஏனெனில், அமில வினையூக்கிகள் பல்லுறுப்பிகளையோ, மெத்திலீன் பிஸ் அமைடுகளையோ தோற்றுவிக்கின்றன. ஃபார்மமைடு, கார்பமேட்டின் அமைடு, மெலமினின் அமைடுகள் ஆகியன முழு மெத்திலாலேற்றம் அடையவல்ல அமைடுகளாகும். நான்கு தொகுதிகளைக் கொண்ட யூரியா டிரை-மெத்திலால் வழிப்பொருளை (derivative) மட்டுமே எளிதில் தருகிறது. ஈரிணைய (secondary) அல்லது ஒரு ஹைட்ரஜன் பதிலீடு செய்யப்பட்ட அமைடுகள் எளிதாக மெத்திலாலேற்றம் காண்பதில்லை. மாறாக, வளைய வடிவிலான ஈரிணைய அமைடுகள் விரைவில் மெத்திலாலேலேற்றம் காண்கின்றன.

கிளையாக்சால் (glyoxal or dialdehyde) எனும் எளிய சேர்மத்திலிருந்து N-மெத்திலால் வினைப்பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஃபார்மால்டிஹைடுக்கும், கிளையாக்சலுக்கும் அமைடுகளைச் சேர்த்தலை அறுதியிடும் காரணிகள் இமைடுகள், கார்பமேட்டுகள், அமில அமைடுகள், யூரியாக்கள் ஆகியனவற்றைப் பொறுத்தவரை நன்கு ஆராயப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக, அமினோ ஹைட்ரஜன்களை முழுமையாகப் பதிலிடுதல் அமைடின் அமில இயல்பையும், கொள்ளிடத்தடையையும் (steric hindrance) பொறுத்ததாகும். ஆல்டிஹைடு-அமைடு சேர்க்கை வினை நிகழ்கையில் வளைய உருவாதல் நிகழ்ந்தாலோ, N-அல்க்கைல் அமைடுக்குப் பதிலாக நைட்ரஜனை ஒரு கண்ணியாகக் கொண்ட ஒரு வளைய அமைடு வினையில் கருக்கவர் பொருளாகப் (nucleophile) பயன்படுத்தப்பட்டாலோ அமினோ ஹைட்ரஜன்கள் யாவும் மெத்திலாலேற்றம் பெறும்.

முழுமையான மெத்திலானேற்றம் ஹைப்போ குளோரைட் வெளுப்பானின் பாதிப்பிலிருந்து துணியைப் பாதுகாக்கும் என்று உறுதியாகக் கூற முடியாது. ஏனெனில்,

குறுக்குப் பிணைப்பேற்றத்தில் பதனிடல் கட்டம் முழுமை பெறுவதே இல்லை. சலவையின்போது நீராற்பகுப்பு வாயிலாகக் குறுக்குப் பிணைப்புகள் உடைக்கப்படுகின்றன. நுண்ணளவு மீள்தன்மை அல்லது நேர்-எதிர்ப் பண்பு (microscopic reversibility) என்னும் கொள்கையின் அடிப்படையில் நோக்குகையில் வினைத்திறன்மிக்க குறுக்குப் பிணைப்புத் தோன்றி எளிதில் நீராற்பகுக்கப்படவல்ல விளைபொருளைத் தரும். அதாவது, எளிதில் பெறப்படும் பொருள் எளிதில் சிதையும்.

நீராற் பகுப்பு எதிர்ப்புத் தன்மையை அளந்தறிவதற்கு 1.5% H_3PO_4 உம் 5% யூரியாவும் கொண்ட நீரியக் கரைசலில் துணியை 30 நிமிடங்கள் 80^0C இல் நனைத்து வைத்தல் வேண்டும். ஓர் ஆய்வில் ஏறத்தாழ 50 துணிகள் இவ்வகை ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டன. சம பதனிடு நிலைகளில் மெத்திலாலேற்றம் செய்யப்பட்ட இத்துணிகளின் நைட்ரஜன் அடக்கம் நீராற்பகுப்புக்கு முன்பும் பின்பும் அளந்தறியப்பட்டது. இந்த முறையில் இடைநிலைப் பொருள்களான அம்மோனியம்-கார்போனியம் அயனியிலுள்ள பதிலீட்டுத் தொகுதிகளின் எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மையைப் பொறுத்தே நீராற்பகுப்பு எதிர்ப்புத் தன்மை அமைகிறது. N - மெத்திலால் பொருள்களைக் கொண்டு சீர்செய்யப்பட்ட செல்லுலோஸ்களின் நீராற்பகுப்புத் தன்மைகளை ஒப்பிடுகையில் மிகுந்த கவனம் தேவை. பதனிடல் அளவில் ஒரு சிறு மாற்றம் தோன்றிடினும் நீராற்பகுப்பு எதிர்ப்பால் பெரும் விளைவுகள் தோன்றும். சீர்செய்யப்பட்ட துணியில் காரப்பொருள் எச்சம், வினையூக்கி வகையும் தொகையும், வெப்பநிலை ஆகியன நீராற்பகுப்புத் தன்மையைப் பாதிக்கும் முதன்மைக் காரணிகளாகும்.

மெத்திலாலிலுள்ள -OH ஐ $-OCH_3$ தொகுதியாக மாற்றினால் நீராற்பகுப்பு எதிர்ப்புத்தன்மை கூடுகிறது. பதனிடுகையில் விடுபடும் தொகுதி எவ்வகை அல்காக்சி என்பதைப் பொறுத்துப் பதனிடுவினையின் விரைவு அமைகிறது. மெத்தாக்சியைவிட ஐசோபுரோபாக்சி தொகுதி இவ்வகையில் மேலானது என்று தெரியவந்துள்ளது. அசெட்டாக்சி தொகுதி அல்காச்சி தொகுதிகளைவிட வினைத்திறன்மிக்க விடுபடு அமைப்பாகும்.

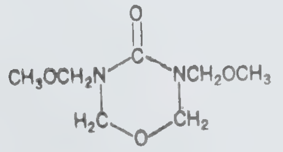
பதனிடலுக்கான வினையூக்கிகளைத் தெரிந்தெடுப்பதில் சாயங்களின் மீதான பாதிப்பு, ஃபார்மால்டிஹைடு வெளிவரும் விரைவு, குளோரின் தேக்கம், நெடி உருவாதல், கழிவுநீர்த் தன்மை ஆகிய காரணிகள் கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டும். கனிம அமிலங்கள், கரிம அமிலங்கள், மறைமுக அமிலங்கள் (latent acids) ஆகியன வினையூக்கிகளாகப் பயனாகின்றன. அம்மோனியம் உப்புகள், அமீன் உப்புகள், உலோக உப்புகள் ஆகியன மறைமுக அமிலங்களுள் அடங்கும். துத்தநாக நைட்ரேட்டும் மக்னீசியம் குளோரைடும் மிகப் பரந்த அளவில் பயன்படுகின்றன. கிளைக்காலிக் அமிலம் அல்லது சிட்ரிக் அமிலத்துடன் மக்னீசியம் குளோரைடைக் கலவை வினையூக்கி அமைப்பாகப் பயன்படுத்தும்போது பதனிடு நேரமும், பதனிடலுக்குத் தேவையான வெப்பநிலையும் பெரிதும் குறைகின்றன. உலோக உப்புகளின் வினையூக்கத்திறன் நேர்மின் அயனியின் அமிலத்தன்மை, ஆக்சிஜனேற்ற நிலை, எதிர்மின் அயனியின் தன்மை, அயனிகளின் அளவு, இயக்கம், உப்புகளின் நீராற்பகுப்பு வினைகள், வெப்பநிலை போன்ற பல காரணிகளின் சிக்கலான விளைவாகும்.

பருத்தியில் குறுக்குப் பிணைப்புகளைப் புகுத்துவதால் வலிவும், தேய்மான எதிர்ப்பும் குறைவதால் குறுக்குப் பிணைப்பேற்றத்திற்கு முன்பும் பருத்தித் துணியின் புறப்பரப்பை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியால் பார்வையிடல் வழக்கமான செயல்முறையாகும். இதனால் திருத்த் முறைகளினால் துணியின்மீது ஏற்படுத்தப்படும் பாதிப்பு துல்லியமாகத் தெரியும்.

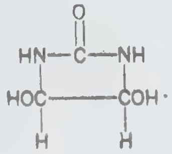
யூரியா - ஃபார்மால்டிஹைடு வேதிப்பொருளைப் போலன்றி, மெலமின்-ஃபார்மால்டிஹைடு சீர்செய் பொருள் ஹைப்போ குளோரைட்டினால் ஏற்படும் துணி-நிலையிறக்கத்தைத் தடுக்கிறது. ஆனால் துணி பழுப்பு நிறம் அடைகிறது. N - குளோரோமெலமின்கள் வெப்பத்தினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனினும், நீர்த்த சோடியம் பைசல்ஃபைட் கரைசல் துணியின் நிறத்தை நீக்குகிறது. $-NH_2$ தொகுதிகள் முழுமையாக அல்க்கைலேற்றம் செய்யப்பட்ட மெலமின் வேதிப்பொருள்கள் துணியின் பழுப்பேற்றத்தைத் தடுத்து நிறுத்துகின்றன. N, N_1, N'' - டிரிஸ் (2-ஹைட்ராக்சி எத்தில்) மெலமினை ஃபார்மாலிடிஹைடுடன் வினையுறுத்திப் பெறப்படும் பொருள் இவ்வகையைச் சார்ந்தது. பகுதி மெதிலேற்றம் செய்யப்பட்ட மெலமின்கள் குறுக்குப் பிணைப்பேற்றத்துடன் பல்லுறுப்பாக்கமும் அடைகின்றன. மாறாக, ஹெக்சாகிஸ் (மெத்தாக்சி மெத்தில்) மெலமின் போன்ற உயர்நிலை மெத்திலேற்றம் கொண்ட பொருள்கள் பல்லுறுப்பாக முடிவதில்லை; முழுமையாகக் குறுக்குப் பிணைப்பேற்றம் கொண்டுள்ளன. பருத்தியின் விறைப்புத் தன்மையை மிதமாக்குவதுடன், கம்பளியைச் சுருக்கமற்றதாகச் செய்வதற்கும்,

நிறப்பொருள்களைத் துணியின்மீது நன்கு ஊன்றிடச் செய்வதற்கும் மெலமின் வகை ரெசின்கள் பயனாகின்றன.

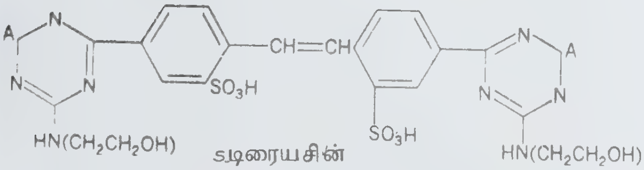
யூரியா-∴பார்மால்டிஹைடு, மெலமின்-∴பார்மால்டிஹைடு ஆகியவற்றுடன் கலப்பாக வளைய வடிவ யூரியாக்கள் பயன்படுகின்றன. 1, 3 டைமெத்திலால் எத்திலீன் யூரியா (DMEU), 1, 3-டைமெத்திலால் புரோப்பிலின் யூரியா (DMPU), 1, 3-டைமெத்திலால்-5 - அல்க்கைல் டிரையசோன், 1, 3- பிஸ் (மெத்தாக்சி மெத்தில்) யூரான் ஆகியன.



யூரான்

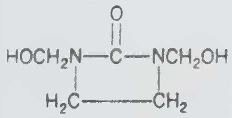


(DHEU)

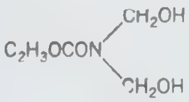


டிரையசின்

இதுவரை விவரிக்கப்பட்ட வேதிப்பொருள்கள் யாவும் துணியைப் பயன்படுத்துகையில் ∴பார்மால்டிஹைடை உமிழ்கின்றன. இக்குறையைப் போக்கும் நோக்கத்துடன் ஒரு யூரியா-கிளையாக்சால் சேர்ப்பு விளைபொருளான 1, 3-டைமெத்திலால்-4, 5-டைஹைட்ராக்சி எத்திலீன்யூரியா (DMDHEU) என்னும் குறுக்குப்பிணைப்பேற்றி பயன்படுத்தப்பட்டது. இதே போன்ற, ஆனால் சற்றே குறைவாக வணிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் மற்றொரு பொருள் N, N - டைமெத்திலால் கார்பமேட் வகையாகும்.



(DMDHEU)



(DMEC)
கார்பமேட்

DMDHEU அமைப்பைச் சற்றே திருத்தி ∴பார்மால்டிஹைடு வெளியேற்றத்தை 100 ppm க்கும் குறைவான வரம்புக்குக் கொண்டுவரலாம். இந்நோக்கத்தை நிறைவேற்றுவதற்கு DMDHEU -விலுள்ள நான்கு ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளையும் மெத்திலேற்றம் செய்ய வேண்டும். DMDHEU இல் இரு $-CH_2OH$ தொகுதிகளையும் மெத்தில் தொகுதிகளாக்கினால் ∴பார்மால்டிஹைடை வெளிவிடாத சீர்செய் பொருள் கிட்டும்.

தொகுப்பு இழை வகைத் துணிகளைச் சீர்செய்வதற்கு வெப்பத்தால் இறுகச் செய்தலே (heat setting) வழக்கமான முறையாகும். செயற்கை இழைகளுக்கு நீர்-கவரும் தன்மையை ஏற்றுவதற்குப் பாலி அக்ரிலிக் அமிலம் பயன்படுகிறது. பாலி எஸ்ட்டரின் மீது கதிர்வீச்சைப் பாய்ச்சிப் புறப்பரப்பில் இயங்கு உறுப்புகளைத் தோற்றுவித்து, பின்பு அதனை அக்ரிலிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தினால், பாலி அக்ரிலிக் அமிலத் தொகுதிகள் புறப்பரப்பில் உருவாகின்றன. இதற்கு நேர் மாறாக, நீர்-விலக்கும் தன்மையை ஏற்றுவதற்குக் கொழுப்பு அமிலங்களின் அலுமினியம் மற்றும் சிர்க்கோனியம் உப்புகள், சிலிக்கோன் பல்லுறுப்பிகள், பெர்∴புளூரோ சேர்மங்கள் ஆகியன பயன்படுகின்றன.

பருத்தித் துணிகளின் மீது நுண்ணுயிரிகள் வளர்வதால் பல விரும்பத்தகாத விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. வெதுவெதுப்பான இந்நிலையில் தரையில் பரப்பப்பட்ட துணிகள் விரைவாகச் சிதைவுறுகின்றன. இதன் விளைவாக வலிவிழப்பு, கறைபடிதல், சீரற்ற சாயமேற்றம் ஆகியன நிகழும். இவ்விளைவைத் தவிர்ப்பதற்குப் பயனாகும் வேதிப்பொருள்கள் நுண்ணுயிரிகளுக்கு நச்சுப்பொருளாகவோ, அவற்றின் மீது படலம் உருவாக்கியோ, இழையை நுண்ணுயிரிகள் பயன்படுத்தத் தக்கதற்றதாகச் செய்தோ செயல்படுகின்றன. சில ∴பீனால்கள், கரிம-உலோகச் சேர்மங்கள் மற்றும் உப்புகள் இவ்வகையில் குறிப்பிடத்தக்கவை. இவை நுண்ணுயிரி களைக் கொல்கின்றன; அதே நேரத்தில் இவை துணியின் ஒளிவழி வேதிச் சிதைவை ஊக்குவிக்கின்றன; ∴பீனால்களின் இக்கிளை விளைவுகளைத் தவிர்க்கும் நோக்கத்துடன் சில தடுப்பு வேதிப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. பாதரச உப்புகள் மனிதருக்கு நஞ்சாகவும், தாமிர உப்புகள் நிலைத்த நிறமுடையனவாகவும் உள்ளமையால், அவை பெரிய அளவில் பயன்படுவதில்லை. நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பொருள்கள் நீரில் கரைந்து அகன்றுவிடுகின்றன. இதனைத் தவிர்ப்பதற்காக இப்பொருள்கள் சிர்க்கோனியம் அசெட்டேட், சிர்க்கோனில் அம்மோனியம் கார்போனேட் ஆகியவற்றுடன் கலவையாகப் பயன்படுகின்றன. பருத்தித் துணிகள் இக்கலவைக் கரைசலில் நனைக்கப்பட்டு, 145°C இல் ஏறத்தாழ 5 நிமிடங்கள் வரை நிறுத்தப்படுகின்றன. இவை சிர்க்கோனியத்துடன் வினையுற்று நிலைத்த, நீரில் கரையாத பொருளாகி, சலவையின்போது துணியிலிருந்து அகலாது நிற்கும்.

பருத்தியை நுண்ணுயிரிகளிலிருந்து பாதுகாப்பதற்கு வேறு இரு செயல்முறைகளும் நடைமுறையிலுள்ளன. பருத்தியைச் சயனோ எத்திலேற்றம் அல்லது

அசெட்டைலேற்றம் வாயிலாக வேதித் திருத்தம் செய்தல் இம்முறைகளுள் ஒன்றாகும். மற்றொன்றில் நீரில் கரையாத மெலமின்-ஃபார்மால்டிஹைடு ரெசின் இழைகளின் உள்ளும் புறமும் சினைப்பித்தல் நடத்தப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடினால் பதனிடல் முழுமையாக்கப்படுகிறது. பூசண வளர்ச்சியை இச்செயல்முறை கட்டுப்படுத்துவதில்லை யாதலால், பூசணக்கொல்லிகளைச் சேர்த்தல் தேவை. உடன் விளைவான குறுக்குப் பிணைப்பைத் தடுப்பதற்குத் தயோயூரியா சேர்க்கப்படுகிறது.

டிரிஸ் [2, 3-டைபுரோமோபுரோப்பைல்] பாஸ்ஃபேட் என்னும் பொருளும் டெட்ராகிஸ் [ஹைட்ராக்சிமெத்தில்] பாஸ்ஃபோனியம் குளோரைடு (THPC) மற்றும் அதன் வழிப்பொருள்களும் இத்துறையில் முதன்மையானவை.

கம்பளி சீர்செய்தல். கம்பளியைச் சீர்செய்யும் வழிமுறைகளில் வேதியியல் பெரும்பங்கு பெறுகிறது. மடிப்பை நிலைத்துவைக்க இயலாமை, சுருக்கம், இழை பிரிதல், பிசிறாதல் ஆகியன கம்பளியின் குறைகளாகும். குளோரினேற்றம், இழை மூலக்கூறின் -S-S- குறுக்குப் பிணைப்புகளைத் திருத்தியமைத்தல், பல்லுறுப்பாக்கம் ஆகியன இங்குச் செயல்படுத்தப்படும் வேதி முறைகளாகும். இழைகளின் பருத்துப் பெருகும் இயல்பினால் நீரிலிட்டவுடன் கம்பளித் துணிகளின் ஏற்றம் நீரில் நனைத்தவுடன் தளர்கிறது. நீரில் கழுவுவதால் இழைகள் நகர்ந்து ஒன்றோடொன்று சிடுக்காகின்றன. கம்பளிச் செதிள்களின் கடினத்தன்மையால் இழைகள் பழைய நிலைக்குத் திரும்புதல் கடினமாகிறது. இதனால் நிலையான சுருக்கங்கள் தோன்றுவதுடன் புறப்பரப்புத் தோற்றமும் பெரிய மாற்றம் அடைகிறது. குளோரினேற்றம் போன்ற ஆக்சிஜனேற்ற முறைகளினால் இச்சிக்கல் தீர்க்கப்பட்டு வந்தது. குளோரினேற்றத்திற்குப் பின்பு கம்பளியின் பரப்பில் பல்லுறுப்புப் படலம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இதற்காக யூரியாஃபார்மால்டிஹைடு, மெலமின்-ஃபார்மால்டிஹைடு, வினைல், அக்ரிலிக் மற்றும் சிலிக்கோன் பல்லுறுப்பிகள் பயன்படுகின்றன.

பொதுவாகக் கம்பளித் துணிகள் மடிப்பை எதிர்க்கின்றன. டைசல்ஃபைடு குறுக்குப் பிணைப்புகள் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிகளான தயோகிளைக்காலிக் அமிலம், சோடியம் பைஃசல்பைட், பார்மால்டிஹைடு ஆகியவற்றால் உடைக்கப்படுகின்றன. தலை முடியில் நிலைத்த சுருள்களை உருவாக்குவது போன்று கம்பளியிலும் மடிப்புகளையும், அழகிய அலைவுகளையும் தோற்றுவிக்கலாம். சுருக்கத்தைத் தவிர்ப்பதற்கு ஓசோனையும் பயன்படுத்தலாம்.

நூல் பிறழாமை (slip resistance). நூல் சிணுக்கு எண் (thread count) குறைவாகவுள்ள துணிகளில் பாவு நூல்கள் நிரப்பு நூல்களின்மீது நகருகின்றன. நன்கு முறுக்கப்பட்ட நூல்களினாலான கடினப்பரப்புடைய துணிகளில் இது அடிக்கடி நிகழக்கூடும். நூல் பிறழாது தடுப்பதற்காகத் துணிகள் செயற்கை ரெசின்களில் தோய்த்தெடுக் கப்படுகின்றன. இதனால் பாவு நூல் சந்திப் புகளில் ரெசின் படிந்து நூலை இருத்தி வைக்கிறது. இந்த ரெசின் பூச்சு சில சமயங்களில் உயர் இழைச் சிணுக்கு நூலின் தோற்றத்தைத் தரும்.

நிலைமின்னேற்றத் தடுப்பு. கம்பளியும் செயற்கை இழைகளான நைலான், பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக் போன்றனவும் உடுத்தும்போது உடலில் உராய்வதால் நிலை மின்னேற்றம் அடைகின்றன. இதன் காரணமாக அவை தூசுப்பொருள்களை ஈர்க்கின்றன; உடலுடன் ஒட்டுகின்றன; கண்ணுக்குப் புலப்படாத பொறிகளை (sparks) உருவாக்குகின்றன. மின்னிறக்கம் (discharge) செய்யவல்ல பொருள்களைச் சேர்ப்பதால் இக்குறைபாட்டைக் களையலாம். புறப்பரப்புச் செயல்வகைகளான எத்தீலின் ஆக்சைடு வழிப்பொருள்களும், பாலி-அமீன்களும் இப்பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

வெப்ப எதிரொளிப்பு (heat refectance). குளிர் காலத்தில் உடலிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறாது தடுத்தலும், வேனிற் காலத்தில் வெளி வெப்பம் உடலை வந்தடையாது தடுத்தலும் விரும்பத்தக்கவையாகும். துணியின் உட்புறம் உலோகப் பூச்சு அளித்துக் குளிர்காலத்தில் பயன்படுத்துவதும், வெளிப்புறம் உலோகப்பூச்சு அளித்துக் கோடை காலத்தில் பயன்படுத்துவதும் உடலின் வெப்பத்தை ஒரே சீராகப் பராமரிக்க உதவும். ஒரு பல்லுறுப்பி ரெசினுடன் கலக்கப்பட்ட அலுமினியத்தைத் துணியின்மீது மெல்லிய அடுக்காகத் (lining) தெளித்து உலோகத் தன்மையை ஏற்றலாம். இதனால் துணியின் நிறை மிகாது என்பதுடன், துணியின் நெகிழ்மையும், நுண்துளைமையும் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மிக மெல்லிய உலோகத் தகடையும் உள்ளுறையாகத் துணியின்மீது இடலாம். ஆனால் இத்தகடு நெசவுடன் ஒன்றியிருத்தல் கட்டாயத் தேவையாகும்.

நுரைவழி வெப்பக் காப்பீடு. காற்றை உள்ளடக்கிய அல்லது வெற்றிடம் கொண்ட குமிழிகளின் வெப்பக் காப்பீட்டுப் பண்புகள் இழை, நூல் மற்றும் துணியைத் தயாரித்தலில் புகுத்தப்பட்டன. தற்போது நெய்யப்பட்ட

அல்லது பின்னப்பட்ட துணிகளின்மீது நுரை வடிவில் ஏற்றப்படுகின்றன. ஈதர் யூரித்தேன் அறைகலன் உறைகள் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துகின்றனர். இதேபோன்று எஸ்ட்டர் யூரித்தேன் நுரை, ஈதர் ஆகியனவும் இவ்வகையில் சிறந்தவை. நுரையின் தடிமன் 1.5 - 3.0 மி.மீ. வரம்பிலும், ஒரு 9 செ.மீட்டருக்கு 2 - 4 காற்றுக் குமிழ்கள் வரையிலும் உள்ளன. யூரித்தேன் நுரைகள் நெடியற்றவை; நச்சுத்தன்மையற்றவை; ஒவ்வாமையை உருவாக்காதவை.

நெசவுத் தொழிலில் சாயமிடும் கட்டத்தில் வேதிப்பொருள்கள் மிகவும் நிறைந்த எண்ணிக்கையில் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. காண்க: சாயமிடல்; துணி அச்சடிப்பு.

நீர் ஒட்டாமை, நீர் உறிஞ்சுமை, அழுக்கு ஒட்டாமை ஆகிய தன்மைகளைத் துணிகளில் ஏற்றுவதற்குப் பல வகை வேதிப்பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. காண்க: துணி சீர் செய்து முடித்தல்.

துணித் தயாரிப்பில், குறிப்பாகச் செயற்கை இழைத் துணித் தயாரிப்பிலும் இயற்கை இழைத் துணித் திருத்தத்திலும் வேதிப்பொருள்களும், வேதிச் செயல் முறைகளும் பெரிய அளவில் ஈடுபடுகின்றன. துணி வேதியியலும் தொழில்நுட்பவியலும் பற்றி வெளியாகியுள்ள பல நூல்கள் நெசவுத் துறையில் வேதியியலின் ஈடுபாட்டை வெளிப்படுத்தும் சான்றுகளாகும்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். Kirk-Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Third Edition, Vol.22

துணைக்கணம்

ஒரு குலம் (group) G இன் உட்குலம் (subset) H என்றும், a∈g என்றும் கொண்டால், aH என்பது G இல், Hஇன் துணைக்கணம் (coset) எனப்படும். aH, bH என்னும் துணைக்கணங்களில் ஓர் உறுப்பு பொதுவானால் aH=bH - ஆகும். (H, *) என்பது (G, *) குலத்தின் ஓர் உட்குலம் என்றும், Gஇன் ஏதேனும் ஓர் உறுப்பு a என்றும் கொள்ளும்போது, a*H = {axh/h∈H} என்னும் கணம் G இல் aஆல் அறுதியிடப்பட்ட Hஇன் இடத்துணைக்கணம் எனப்படும். axHஇன் குறிப்பான் அல்லது பிரதிநிதி (representative) a ஆகும். இவ்வாறே Hxa = {hxa/h∈H} என்பது Hஇன் வலத் துணைக்கணம் ஆகும்.

(H,x) என்பது (G,x) இன் உட்குலமானால், H கணமே Hஇன் இடத் துணைக்கணமாகும். (G,*) குலமும், (H,*) அதன் உட்குலமுமானால் Gஇன் ஒவ்வோர் உறுப்பு aஉம் Hஇன் ஏதேனும் ஓர் இடத் துணைக்கணத்தில் இருக்கும். குறிப்பாக axH துணைக்கணத்தில் இருக்கும். மேலும் Hஇன் உறுப்புகளுக்கும், Hஇன் ஏதேனுமொரு துணைக்கணத்தின் உறுப்புகளுக்கும் ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபு (one-one correspondence) உண்டு.

-பங்கஜம் கணேசன்

துணைக் கருவித் தொகுதி

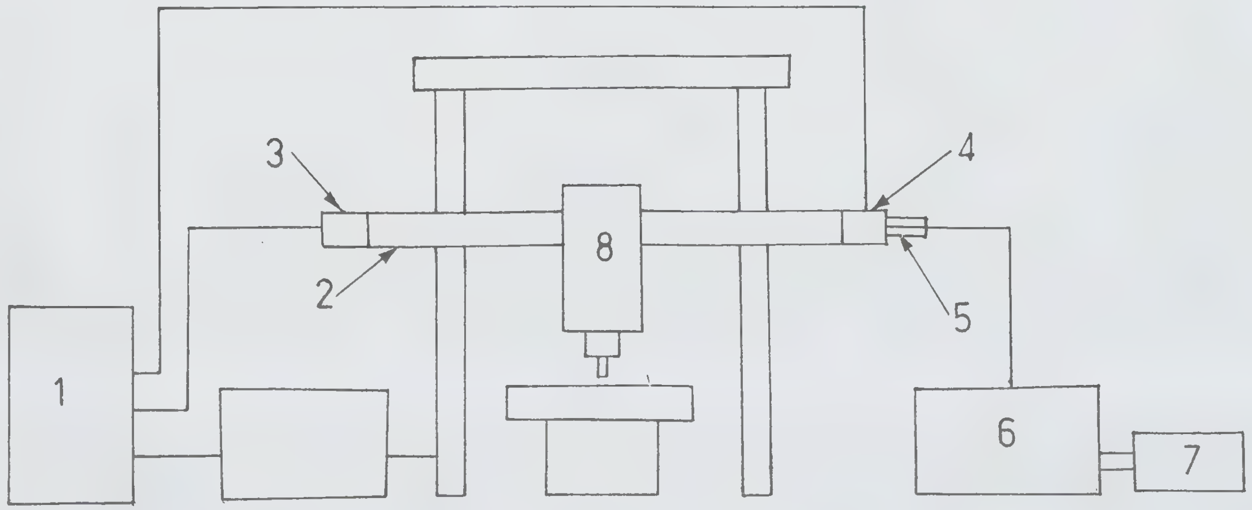
செயல்படுத்தப்படும் எந்திர இயக்கங்கள் முழுமை அடைய உதவுகின்ற பகுதிகள் துணைக் கருவித் தொகுதி (tooling) எனப்படுகின்றன. பிடிப்புக் கருவி, வழி நடத்தும் பிடிப்புக் கருவி, அச்சுத் துணைக் கருவி எனத் துணைக் கருவித் தொகுதி பல வகைப்படுகிறது.

துணைக் கருவித் தொகுதியின் தேவை. எந்திரத் திற்குள்ளேயே அனைத்துக் கருவிகளையும் அமைத்து உருவாக்குவதைவிட எந்திரத்தைத் தனியாகவும் கருவித் தொகுதிகளைத் தனியாகவும் உருவாக்குவதே நன்மை பயக்க வல்லது. கருவியில் தேவைப்படும் நுணுக்கமான சிக்கல் நிறைந்த வடிவமைப்பை மிகப்பெரிய எந்திரத்தில் உருவாக்குதல் கடினம்.

ஒரு கருவியை நீக்கிவிட்டு அதே எந்திரத்தில் வேறு கருவிகளைப் பொருத்தி இயக்குவதன் மூலம் எந்திரத்தின் பயன்பாட்டை மிகுதியாக்கலாம். நீக்க முடியாத ஒன்றிணைந்த கருவி உடைய எந்திரம் உருவாகும் பொருளின் வடிவமைப்பு மாற்றப்படும்போது பயனற்றதாகி விடுகிறது. அகற்றக்கூடிய கருவி கொண்ட எந்திரமானால் பொருளின் வடிவமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்கேற்பப் புதிய கருவிகளைப் பொருத்திப் பயன்படுத்தலாம். கருவியில் தேய்வு ஏற்பட்டாலும் வேறு கருவியின் மூலம் எந்திர நேரத்தை வீணாக்காது பயன்படுத்திக் கொண்டே, தேய்ந்த கருவியைச் செப்பனிட்டுச் சரிப்படுத்தி விடலாம்.

துணைக் கருவித் தொகுதி இயக்கங்கள். பல்வேறு இயக்கங்களுக்குத் துணைக் கருவித் தொகுதி பயன்படுகிறது. அவற்றுள் இடம் அறுதியிடல், இறுகப் பற்றுதல், நிலை மாற்றுதல், வெட்டுங்கருவி வழி நடத்தல் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

இடம் அறுதியிடும் இயக்கம் என்பது மைய தள்ஆர நிலை, அறுதியிடல் என மூன்று வகைப்படும். எ-டு: இசைத்தட்டுப் பெட்டியின் (gramophone) மீது இசைத்தட்டுப்



1 - எண் சங்கேதக் கருவி, 2 - நீள்மறை, 3 - நிலையுணர்த்துங்கருவி, 4 - நீரியல் மின்னோடி,
5- நீரியல் கட்டுப்பாட்டிதழ், 6 - நீரியல் தொட்டி, - 7 - மின்னோடி, 8 - வெட்டுங்கருவித் தொகுதி

படம். எண் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

பொருத்தப்படும் முறையில் முதலில் இசைத்தட்டு சுழலும் துணைத்தட்டின் மையத்தில் உள்ள ஆணியில் பொருத்தப் படுகிறது. இதுவே மைய அறுதியிடல் எனப்படும். மையம் பொருந்தினாலும் இசைத்தட்டு கிடைமட்டத் தளத்தில் படியாமல் இருக்கலாம். இசைத் தட்டு முழுமையாகச் சுழல் தட்டின் பரப்பில் பதியுமாறு பொருத்தப்பட்டால், அது தள அறுதியிடல் எனப்படும். பிறகு இசைத் தட்டைச் சுழற்றுவதன் மூலம் இசைத் தட்டின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி ஊசிக்குக் கீழ் கொண்டு வரப்பட்டால், அது ஆரநிலை அறுதியிடல் எனப்படும்.

எந்திர இயக்கத்தின் பல்வேறு நிலைகளில் துணைக் கருவித் தொகுதி தேவைப்படலாம். பயன்பாட்டு நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு செய்பொருள் தேவைப்படலாம். எனவே, எந்திர இயக்கத்தில் தொடக்க நிலைக்கு வடிவமைக்கப்பட்ட துணைக் கருவித் தொகுதிகள் அதே செய்பொருளின் இறுதி அல்லது இடைநிலைகளுக்குப் பயன்பட மாட்டா.

இடம் முடிவு செய்யப்பட்ட உடனே அறுதியிடப்பட்ட இடத்தில் செய்பொருள் இறுகச்சுற்றப்பட வேண்டும். பிடிப்புகள் குறிப்பிட்ட திசையிலும் சரியான பிடிப்பு விசையுடனும் செயலாற்ற வேண்டும். பிடிப்புகள் செய்பொருளின் தோற்றத்தைச் சிதைக்காமல் காக்க வேண்டும். இவ்வாறு இறுகப்பற்றும் செய்பொருளை எந்திர இயக்கங்களுக்காக நகர்த்துதல், திருப்புதல் போன்றவை நிலைமாற்றுதல் எனப்படும். பொதுவாகத் துணைக்கருவித் தொகுதிகளுடன் இணைந்த செய்பொருள் நகர்த்துவற்குக் கடினமாகிவிடுவதால் நெம்புகோல் போன்ற எந்திர முறைகள் பயன்படுகின்றன. பரிமாண நுணுக்கங்களை நிலை நிறுத்த வேண்டி வெட்டுங்கருவியின் பாதையை அறுதியிடலும் வழி நடத்தலும் வழி நடத்தல் எனப்படும். எ-டு: துளையிடப் பயன்படும் உள்ளாழி.

தன்னியக்கம். இவ்வகை எந்திரங்களில் பல அடிப் படைக் கருவிகள் ஒன்றிணைக்கப்பட்டுத் தொடர்ச்சியாகப் பல இயக்கங்கள் அடுத்தடுத்து நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இவ்வெந்திரங்கள் தானியங்கி எந்திரங்கள் எனப்படுகின்றன.

எண் கட்டுப்பாட்டு எந்திரங்கள். எண் மூலம் கருவிகளின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறை எண் கட்டுப்பாடு எனப்படும். இதன் அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம். பதிவு நாடாவில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ள குறியீடுகளை, ஒரு கருவி எந்திரக் குறிப்புகளாக மாற்றுகிறது. இந்தக் குறிப்புகள் மின்னோடியின் நீரியல் அடைப்பிதழ் ஒன்றை இயக்கி உள்ளே பரவும் எண்ணெயின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும்.

மின்னோட்டம் நீரிள் மரையைச் சுழற்றுவதன் மூலம் கருவியை நகர்த்தி ஒரு நிலைக்குக் கொண்டு வருகிறது. இந்நிலையில் நிலையுணர்த்துங்கருவி,வெட்டுங்கருவி நகர்த்தப்பட்டுள்ள தொலைவை அளந்தும் மீண்டும் முதற் பகுதிக்கு அனுப்புகிறது. குறிப்பிட்ட தொலைவு நகர்த்தப்பட்டு விட்டது என்பது உறுதியானவுடன் நீரியல் அடைப்பிதழ் மூடப்படுகிறது. இவ்வாறு நிலை அறுதியிடல், நிலை மாற்றல் அனைத்தும் எண் குறியீடுகளின் மூலமே நிகழ்த்தப்படும்.

- வயி. அண்ணாமலை

துணைக்கோட்பாடு

ஒரு தேற்றத்தின் நிரூபணத்திற்கு உதவியாக இருக்கும் கொள்கை துணைக் கோட்பாடு என்பதாகும். துணைக் கோட்பாடு முதலில் நிரூபிக்கப்பட்ட பின்னரே அதனைச் சார்ந்த தேற்றம் நிரூபிக்கப்படும். நவீன தூய கணிதத்தின் (modern pure mathematics) பல பகுதிகளில் வரும் தேற்றங்களின் நிரூபணங்களுக்கு இன்றியமையாத கோட்பாடு Zorn's Lemma ஆகும். தத்துவ முறையில் நோக்கும்போது இது தேர்ந்தெடுத்தல் நியதிக்குச் (axiom of choice) சமமாகும். இந்நியதி பின்வருமாறு: வெற்றற்ற கணங்கள் கொண்ட ஒரு வெற்றற்ற தொகுப்பு (class) தரப்பட்டால் இத்தொகுப்பின் ஒவ்வொரு கணத்திலிருந்தும் ஒரே ஓர் உறுப்பு என எடுத்து ஒரு புதிய கணத்தை உருவாக்க முடியும் என்பதாகும். இக்கோட்பாடு ஒரு குறிப்பிட்ட தேற்றத்துக்குமட்டுமன்றிப் பல தேற்றங்களின் நிரூபணங்களுக்கும் உதவியாக இருக்கிறது. ஒரு தேற்றத்தின் நிரூபணம் பல நிலைகளைக் (steps) கொண்டது. இந்நிலைகளின் தொடர்முறை முதற்கோள்களைக் (premises) கொண்டு தொடங்கி நிரூபணத்தின் முடிவைக் (conclusion) கொண்டு நிறைவடைகிறது. ஒவ்வொரு நிலையிலும் நிரூபணத்தின் சரியான தன்மை பாதுகாக்கப்படுகிறது. இவ்வாறாக ஒவ்வொரு நிலையும் ஒரு சரியான விவாதத்தின் (valid argument) முடிவாக உள்ளமையால், இதனையே தனிமைப்படுத்தி ஒரு கோட்பாடாகவும் கொள்வது உண்டு. இத்தகைய கோட்பாடும் துணைக் கோட்பாடு என்று குறிக்கப்படும்.

ஒரு சரியான விவாதத்தில் நிரூப்ணம் பல சிறிய விவாதங்களின் நிரூபணங்களாகப் பிரிக்கப்படும்போது ஏதேனும் ஒரு சிறிய விவாதம் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாக

விளங்குகையில் அது துணைக் கோட்பாடு எனப்படும். மற்ற விவாதங்கள் யாவும் சேர்ந்து அவற்றின் கருத்தாழத்திற்கும் பயன்பாட்டுக்கும் ஏற்றாற்போல் தேற்றமாகவோ (theorem) சிறு தேற்றமாகவோ (proposition-mini theorem) குறிக்கப்படும். சில சமயங்களில் ஒரு தேற்றத்தின் கொள்கையிலிருந்து மேலும் சில கொள்கைகளைக் கூடுதலான முதற்கோள்களைப் பயன்படுத்தியோ பயன்படுத்தாமலோ அடைய முடியும். அத்தகைய கொள்கைகளைத் தேற்றத்திலிருந்து கிடைக்கும் கூடுதல் பயனாகக் கருதலாம். இவற்றைக் கிளைத்தேற்றம் (corollary) என்பர். நவீன கணிதப் பகுப்பாய்விலும் இடத்திலும் (topology) பயன்படும் சில அடிப்படைத் துணைக் கோட்பாடுகளாவன: தொடர்முறைத்துணைக் கோட்பாடு (the sequence Lemma), யூரைசான் துணைக்கோட்பாடு (Urysohn Lemma), ஷர் துணைக்கோட்பாடு (Schur's Lemma), ∴பேட்டோவின் துணைக் கோட்பாடு (Fatou's Lemma) ஆகியவையாகும். பெரும்பாலும் துணைக்கோட்பாடுகள், அவற்றைக் கண்டுபிடித்தவர்களின் பெயர்களோடு சேர்த்து பெயரிடப்படுவது வழக்கம்.

–அ.ரகீம்பாட்சா

துணைநூல். K.D Joshi; *Introduction to General Topology,* Wiley Eastern Ltd. 1984., G.F. Simmons, *Introduction to Topology and Modern Analysis,* McGraw Hill Book Co. 1963.

துணைக் கோள்கள்

பெரிய பொருளொன்றைச் சுற்றி இயங்கும் எந்த ஒரு சிறிய பொருளுக்கும் துணைக் கோள் என்று பெயர். வழக்கில், கோளை வலம் வரக்கூடிய, ஆனால் கோளை விடச் சிறிதாக உள்ள ஒரு பொருள் துணைக்கோள் எனப்படுகிறது.

சூரியக்குடும்பத்தில் புதன், வெள்ளி, புவி, செவ்வாய், வியாழன், சனி, யூரேனஸ், நெப்டியூன், புளூட்டோ எனும் ஒன்பது கோள்கள் உள்ளன. இவற்றில் செவ்வாய்க்குப் போபாஸ், டெஸ்மாஸ் எனும் இரு துணைக்கோள்கள் முறையே 0.000063, 0.000157 வானியல் அலகு தொலைவுகளில் இருக்கின்றன. இவை 1877 ஆம் ஆண்டு ஹால் என்னும் அறிஞரால் கண்டு அறிவிக்கப்பட்டன. வியாழன் எனும் கோளுக்கு 12 துணைக்கோள்கள் இருப்பினும் முதல் நான்கு மட்டுமே பெயரிடப்பட்டுள்ளன. இமோ, உரோப்பா, கானிமீட், காலிஸ்டோ எனும் பெயரைத் தாங்கிய இவை வியாழனிலிருந்து முறையே 0.002819, 0.004486, 0.007156, 0.012586 வானியல் தொலைவுகளில் உள்ளன. 1610 ஆம் ஆண்டு கலிலியோ எனும் வானவியலாரால் இவை அறியப்பட்டன. சனிக் கோளுக்கு 9 துணைக்கோள்கள் உள்ளன. மிமாஸ், என்சிலாடஸ் எனும் துணைக்கோள்கள் முறையே 0.00124, 0.001591 வானவியல் தொலைவு உள்ளனவாக 1789ஆம் ஆண்டில் ஹெர்ஷல் என்வர் அறிவித்தார். டெதிஸ், டையோன், ரீயா எனும் துணைக்கோள்கள் முறையே 0.001969, 0.002522, 0.003523 வானியல் தொலைவு உள்ளனவாக 1684இல் காசினியும், டைடன் எனும் துணைக்கோள் 0.008166 வானியல் தொலைவிலிருப்பதாக 1848இல் பாண்ட் என்பாரும், இயாமீடஸ் எனும் துணைக்கோள் 0.023798 வானவியல் தொலைவிலுள்ளதாக 1671இல் காசினியும், போப் எனும் துணைக்கோள் 0.086593 வானவியல் தொலைவினுள்ளதாக 1898இல் பிக்கரிங் என்பாரும் அறிவித்தனர்.

யுரேனஸ் எனும் கோளுக்கு ஏரியல், அம்பீரியல், டைடேனியா, ஓபிரான், மிராண்டோ எனும் பெயரைத் தாங்கிய 5 துணைக்கோள்கள் உள்ளன. இவை முறையே 0.001282, 0.001786, 0.002930, 0.003919, 0.000825 வானியல் தொலைவுகளிலுள்ளன என்பதை 1851இல் லாசெல் என்பார் முதலிரண்டு துணைக்கோள்களையும், 1787இல் ஹெர்ஷல் என்பவர் மூன்று, நான்காம் துணைக்கோள்களையும், 1948இல் குய்பெர் என்பவர் ஐந்தாம் துணைக் கோள்களையும் கொண்டு கண்டறிந்தனர். நெப்டியூன் கோளுக்கு டினாடன், நீரியட் எனும் இரு துணைக்கோள்கள் 0.002363, 0.037255 வானியல் தொலைவிலுள்ளனவாக 1846இல் வாசெல் என்பவரும், 1949இல் குய்பெரும் கண்டறிந்தனர். புவிக்குத் துணைக்கோள் சந்திரன் ஒன்றேயாகும். மற்றக் கோள்களுக்குத் துணைக்கோள்கள் கிடையா.

இவை தவிர, மனிதனால் ஏவப் பெற்ற பல செயற்கைத் துணைக்கோள்கள் உள்ளன. செயற்கைத் துணைக்கோள்கள் அவற்றின் பயன்களுக்கேற்பச் செய்தித் தொடர்புத் துணைக்கோள்கள் (communication satellites) புவி வள ஆய்வுத் துணைக்கோள்கள் (earth resources technology satellites), வழிநடத்துந் துணைக்கோள்கள் (navigation satellits), கடலாய்வுத் துணைக்கோள்கள் (oceanic satellites), புவிப் பெருநில அளவீட்டுத் துணைக்கோள்கள் (geodesic satellites), வானிலையாய்வுத் துணைக்கோள்கள் (weather satellites) என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

இன்றியமையாமை மிகுந்த இவற்றைத் தவிர ஆரியப்பட்டா போன்ற அறிவியல் துணைக்கோள்கள் விண்ணிலே செலுத்தப்பட்டு, விண்ணியல் விந்தைகள் ஆயப்பட்டு வருவதும் குறிப்பிடத்தக்க செய்தியாகும்.

துணைப் பெருவிண்மீன்

தெளிவான இரவில் வெற்றுக் கண்களுக்கு எண்ணிக்கையற்ற விண்மீன்கள் புலப்படுகின்றன. தொலைநோக்கியின் மூலம் மேலும் பல்லாயிரக்கணக்கான விண்மீன்களைக் காண முடிகிறது. இவையாவும் ஞாயிற்றுக் குடும்ப மண்டலத்திற்கு அப்பால் விளங்கும் அகலமான வெற்று வெளி மண்டலத்திற்கும் மிகத் தொலைவில் உள்ளன. புவிக்கு மிக அருகிலுள்ள விண்மீண் ஞாயிறு ஆகும். இதன் நிறை புவியின் நிறையைப் போன்ற மூன்று லட்சம் மடங்கு பெரியதாகும். இதன் ஆரை ஏறத்தாழ ஏழு லட்சம் கி.மீ. ஆகும். ஞாயிற்றுக்கு அடுத்துப் புவிக்கு அண்மையில் உள்ள விண்மீன் பிராக்சிமா சென்டாரி (proxima centaruir) என்பதாகும். இது புவியிலிருந்து ஏறக்குறைய 40 லட்சம் கோடி கி.மீட்டருக்கும் அப்பால் உள்ளது.

விண்மீன்களின் தொலைவை ஒளி ஆண்டுகளைக் கொண்டு அளப்பர். ஒளியின் வேகம் நொடிக்கு $3x10^8$ மீ ஆகும். ஓராண்டில் ஒளி எவ்வளவு தொலைவு பயணம் செய்யக்கூடுமோ அத்தொலைவே ஆண்டாகும். பல்லாயிரக் கணக்கான நட்சத்திரக் கூட்டங்கள் நூறு, ஆயிரம், லட்சக் கணக்கான ஒளி ஆண்டுகளுக்கு அப்பால் உள்ளன. எனவே தான் மிக நவீன பெருந்தொலைநோக்கிகள் மூலம் பார்த்தாலும், பெரும்பாலான விண்மீன்கள் கண்களுக்குச் சிறு புள்ளிகளாகவே தோன்றுகின்றன. விண்மீன்கள் தன்னொளி மூலம் ஒளிர்கின்றன. புவியின் சுழற்சியால் அவை கிழக்கிலிருந்து மேற்காகச் செல்வது போல் கண்களுக்குக் காட்சியளிக்கின்றன. இதனைத் தவிர, தமக்கென்று ஓர் தனி இயக்கத்தையும் அவை பெற்றுள்ளன. மிகத் தொலைவில் உள்ளமையால், இந்த இயக்கங்களை மனிதரால் பார்க்க முடிவதில்லை.

விண்மீன்கள் தம் தட்பவெப்பம், நிறம், ஒளிர்தன்மை, அளவு மற்றும் நிறையால் வேறுபடுகின்றன. அவற்றின் நிறம் வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப மாறுபடும். உயர் வெப்ப விண்மீன் வெண்மை அல்லது நீலநிறத்தையும், குறைவெப்ப விண்மீன் ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். ஒரு விண்மீனின் நிறை முழுமையும் ஒரு மிகச் சிறிய பரிமாணத்திற்குள் திணிக்கப்பட்டிருக்கையில் அது குறுமீன் எனப்படுகிறது. இதன் திணிவுப் பொருளின் அடர்த்தி மிக அதிகமாயிருக்கும். எனவே உச்ச வெப்ப நிலையைக் கொண்டதாக இது விளங்கும். இதன் கதிர்வீச்சுப் புறப்பரப்பு சிறியதாக உள்ளமையால் ஒளிர்தன்மை மிகக் குறைவாகவே பெற்றிருக்கும்.

ஆல்டேர் (Altair), ஆல்∴பா சென்டாரி (Alpha Centauri), புரோகியான் (procyon), சிரியஸ் (Sirius), வேகா(vega) ஆகியவை குறுமீன்களாகும். இவற்றின் பரிமாணங்கள் ஞாயிற்றோடு ஒப்பிடத்தக்கனவையாய் அமைந்துள்ளமையால் ஞாயிற்றையும் ஒரு குறுமீன் என்பர். சில விண்மீன்கள் குறுமீன்களின் நிறைவைப் பெற்றிருந்தபோதிலும், அவற்றைவிடக் கூடுதலான ஒளிர்தன்மை பெற்றிருக்கும். இவற்றின் நிறை மிகப் பெரிய பரிமாணத்தில் பரவப்பட்டுள்ளமையால், குறுமீன்களை விட்டுப் பன்மடங்கு ஒளிர்தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகு விண்மீன்கள் பெருவிண்மீன்களாகும்.

அல்டெப்ரான் (Aldebaran), ஆர்க்டாரஸ் (Arcturus), கேப்பல்லா (capella) ஆகியவை பெருவிண்மீன்களுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். பீட்டல் ஜுஸ் (Betel geuse) அண்டேர்ஸ் (Autares) ஆகியன மீப்பெரு விண்மீன்களாகும். அண்டேர்சின் விட்டம் ஞாயிற்றினதைப் போல் 200 மடங்கு, பீட்டல் ஜுசின் விட்டம் ஞாயிற்றைப் போல் 250 மடங்கு ஆகும். ஆல்∴பா ஹெர்குலிஸ் (Alpha Hercules) மற்றும் மீரா (Mira) ஆகியவையும் மீப்பெரு விண்மீன்களே. இவற்றின் விட்டங்கள் ஞாயிற்றைப் போல், முறையே 580 மற்றும் 460 மடங்கு ஆகும். இக்கணிப்புகளைக் கொண்டு அவை பெருமீன்கள் எனக் குறிக்கப்படுவதன் காரணம் நன்கு புலப்படும். குறுமீன்களின் நிறையைப் பெற்றிருந்த போதிலும் அவற்றைவிட அளவில் சிறியனவாக, ஒளிர்தன்மை குறைவாகக் கொண்ட விண்மீன்கள் வெண்குறுமீன்கள் எனப்படும். இவற்றின் பருமன் ஏறக்குறையப் புவியின் பருமனுக்குச் சமமாயிருக்கும். மிக அடர்த்தியான பொருள்களால் இவை உருவாகியுள்ளமையால், இவற்றின் ஒவ்வொரு க.செ.மீ. எடையும் பல டன்களுக்குச் சமமாயிருக்கும் என வானியலார் கருதுகின்றனர். குறு மீன்கள், பெருமீன்கள், மீப்பெருமீன்கள், வெண்குறுமீன்கள் ஆகியவற்றை விண்மீன் வாழ்வின் பல்வேறு நிலைகளாகக் குறிப்பிடுவர்.

-எம்.அரவாண்டி

துணையலகு

கணிதக் கோவையில் (mathematical expression) இடம்பெறும் ஏதேனும் ஒரு மாறியைத் (variable) துணையலகு என்பர். ஒரு குறிப்பிட்ட ஆய்வில் பல்வேறு சிறப்பான நிலைகளை வேறுபடுத்திக் காட்ட இது உதவும். வடிவக் கணிதத்தில் துணையலகு மிகவும் இன்றியமையாதது. ஒரு வளைவரையின் / சமன்பாடு பொதுவாகக் கார்ட்டீசியன் மாறிகள் (Cartesian variables) வாயிலாகத் தரப்பட்டபோதிலும், இம்மாறிகள் ஒவ்வொன்றும்

ஒரு குறிப்பிட்ட துணையலகின் மூலம் எழுதப்படுவதால் பெறப்படும் துணையலகு சமன்பாடு மிகவும் பயனுள்ளதாக விளங்கும். எடுத்துக்காட்டாக, $x= at + x_o$, $y=bt+y_o$, $Z=Ct+z_o$ ஆகியன முப்பரிமாண வெளியில் (three dimensional space) ஒரு நேர்கோட்டைக் குறிக்கும் துணையலகு சமன்பாடு களாகும். இன் ஒவ்வொரு மதிப்பும் அந்நேர்கோட்டின் மீது ஒரு புள்ளியைக் குறிக்கும். எனவே, துணையலகின் இனறியமையாத பயன், வளைவரையின் மீது ஒரு புள்ளியை அறுதியிட x, y, z ஆகிய மூன்று மாறிகளின் மதிப்புகளும் தெரியவேண்டும் என்பதில்லை, t இன் மதிப்பை மட்டும் தந்தாலே போதுமானது.

துணை அலகாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் மாறி அலலது மாறிலி வசதிக்கேற்ப மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, நேர்கோட்டுச் சமன்பாட்டில் t - துணையலகாகச் கொள்ளப்பட்டது. இதற்குப் பதிலாக a, b, c ஆகியவற்றையும் துணை அலகுகளாகக் கொள்ளலாம். ஏனெனில் இவற்றில் மதிப்புகள் ஒரு நேர்கோட்டை அறுதியிடுகின்றன. துணையலகு என்பது கணிதத்தில் மட்டுமன்றி அறிவியலின் பல்வேறு துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆய்வில் வரும் சில சிறப்பான அளவுகள் நேரத்துக்கு நேரம் மாறும் இயல்பு பெற்றிருந்தால் அவற்றை ஆய்வுக்குரிய துணையலகுகளாகக் கொள்ளலாம். இவற்றின் பல்வேறு நிலைகளில் காணப்பெறும் மதிப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஆய்வின் முடிவுகளைத் தெளிவுபடுத்தலாம்.

-அ.ரகீம்பாட்சா

துணைநூல். T.K. Manicavachagam Pillay & T. Natarajan, *A Text Book of Analytical Geometry*, 1966.

துணையலகு சமன்பாடு

கார்ட்டீசியன் மாறிகள் துணையலகுகள் எனப்படும். கணியங்கள் வாயிலாக எழுதப்படுவதால் பெறப்படும் அமைப்புகள் துணைலகு சமன்பாடுகள் (parametric equation) ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு வளைவரையின் துணையலகு சமன்பாட்டை எடுத்துக்கொண்டால் அதில் ஒவ்வொரு கார்ட்டீசியன் மாறியும் ஒரே ஒரு துணை அலகு மூலமாக எழுதப்பட்டிருக்கும். $x = at + x_o$, $Y = bt + y_o$, z k= $ct + z_o$ என்பது ஒரு நேர்க்கோட்டைக் குறிக்கும் துணையலகு சமன்பாடாகும். இங்கு t ஒரு துணையலகாகும். $x = Y \cos\theta$, $Y = r \sin\theta$ என்பது தளத்தில் ஒரு வடடத்தினைக் குறிக்கும் துணை அலகு சமன்பாடாகும். 0இன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு அவ்வட்டத்தின் மீது பல்வேறு புள்ளிகளைப் பெற முடியுமாதலால் இங்கு 0 ஒரு துணையலகாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட தனி வளைவரை மட்டுமன்றி ஒரு வளைவரை தொகுப்பையே துணையலகு சமன்பாடு வாயிலாகக் குறிப்பிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக $(x-h)^2 + (y-k)^2 = a^2$ என்னும் சமன்பாட்டில் h, k -ஐ மாறிலிகளாகக் கொண்டு a இன் மதிப்பை மாற்றிக் கொண்டே சென்றால் (h,k) என்னும் புள்ளியை மையமாகக் கொண்ட பொதுமைய வட்டத் தொகுப்பினைப் பெறலாம். இந்நிலையில் a ஒரு துணை அலகாகும்.

ஒரு துணை அலகு மூலம் குறிக்கப்பெறும் வளைவரை தொகுப்பு ஒரு துணை அலகு வளைவரை தொகுப்பு (one parameter family of curves) எனப்படும். பொதுவாக n-துணையலகு வளைவரை தொகுப்பினையும் இதேபோன்று ஒவ்வொரு கார்ட்டீசியன் மாறியையும் இரண்டு துணையலகுகள் மூலம் எழுதவேண்டும். துணை அலகுகளைத் தீர்ப்பதன் மூலம் தரப்பட்ட வளைதளப் பரப்பின் கார்ட்டீசியன் சமன்பாட்டை அடையலாம். பல மாறிகள் கொண்ட ஒரு சமன்பாட்டில் மாறிகள் எவை, துணையலகுகள் எவை என்பது தெளிவுப்படுத்தப்பட வேண்டும். இதனை விளக்க, பின்வரும் சிறு எடுத்துக்காட்டைக் காணலாம். $3a + b = 4$ என்னும் சமன்பாட்டில் a, b ஆகிய இரண்டையுமே மாறிகளாகக் கொண்டால், இதன் தீர்வுகளாக (1,1), $(+\frac{1}{3}, 3)$, (-1/3, 5)....ஆகியவற்றைக் கூறலாம். a -ஐ மாறியாகவும், b -ஐத் துணைமாறியாகவும் கொண்டால் $a = 4-b/3$ என்பது தீர்வாக அமைகிறது. இதேபோல் b-ஐ மாறியாகவும் a -ஐத் துணையலகாகவும் கொண்டால், $b = 4-3a$ என்பது தீர்வாக அமையும். ஆகவே ஒரு சமன்பாட்டினைப் பல்வேறு வழிகளில் துணை அலகு சமன்பாட்டு அமைப்புகளாக எழுத முடிவதைக் காணலாம்.

ஒரு வளைவரையின் துணயலகு சமன்பாட்டில் வரும் துணையலகு அவ்வளைவரையைப் பொறுத்தவரை இன்றியமையாமை வாய்ந்த கணியமாகும். எடுத்துக்காட்டாக, $x = r \cos\theta$, $Y = r \sin\theta$ என்னும் வட்டத் துணையலகு சமன்பாட்டில் θ என்பது துணையலகாகும். இது வட்டத்தின் மீதிருக்கும் θ -க்குரிய புள்ளியையும் வட்ட மையத்தையும் இணைக்கும் நேர்கோடு x -அச்சுடன் உண்டாக்கும் மையக் கோணமாகும்.

தளவடிவக் கணிதத்தில் சில இன்றியமையா வளைவரைகளின் துணை அலகு சமன்பாடுகளின் பட்டியல் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

வளைவரை கார்ட்டீசியன் சமன்பாடு துணை அலகு சமன்பாடு

பரவளையம் (Parabola)	$Y^2 = 4ax$	$X=at^2, Y = 2at$
நீள்வட்டம் (Ellipse)	$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 1$	$x = a \cos\theta$ $y=b \sin\theta$
அதிபரவளையம் (Hyperbola)	$\frac{X^2}{a^2} - \frac{Y^2}{b^2} = 1$	$x = a \sec\theta,$ $y = b \tan\theta$
செவ்வக அதிபர (Rectangular hyperbola)	$xy = c^2$	$x = ct,$

அடுத்து, ஒரு வளைவரை தொகுப்பிலிருந்து புதிய வளைவரை தொகுப்புகளைத் துணையலகுகள் வாயிலாகத் தருவிக்கும் முறையைக் காணலாம். $y = \alpha x + \frac{a}{\alpha}$ என்னும் கார்ட்டீசியன் சமன்பாடு ஒரு நேர்கோட்டைக் குறிக்கும்.இதில் αஐ மாறிலியாகக் கொண்டு a-ஐ மாற்றிக் கொண்டே செல்வதன் மூலம் ஒரு நேர்க்கோட்டுத் தொகுப்பினை அடையலாம். எனவே இங்கு a ஒரு துணையலகாகும். $y = \alpha x + \frac{a}{\alpha}$ மற்றும் $y = \alpha' x + \frac{a}{\alpha'}$ என்ற சமன்பாடுகளின் மூலம் x, yக்குத் தீர்வு கண்டு அத்தீர்வில் αஐ a1க்கு நெருங்கச் செய்வதன்மூலம் $x = \frac{a}{\alpha^2}, y = \frac{2a}{\alpha}$ என அடையலாம். இவற்றிலிருந்து துணை அலகு a-ஐ நீக்குவதன் மூலம் $y^2 = 4ax$ என்னும் பரவளையச் சமன்பாடு பெறப்படும். aஇன் மதிப்பு எதுவாயினும் சமன்பாடு (1) சமன்பாடு (2)க்கு ஒரு தொடுகோட்டைக் குறிக்கும்.

பொதுவாக, $f(x, y) = 0$ என்பது ஒரு வளைவரையைக் குறிப்பதாயின் இதில் வரும் மாறிகளுக்கு வெவ்வேறு மதிப்புகளைத் தருவதன் மூலம் வெவ்வேறு வளைவரைகளை அடையலாம். இந்நிலையில் அம்மாறிலி வளைவரை தொகுப்பிற்குரிய துணை அலகாகும். சமன்பாடு (1)இல் வரும் துணை அலகுக்கு α மற்றும் $\alpha + \Delta\alpha$ மதிப்புகள் தருவதன் மூலம் பெறப்படும் வளைவரைகளை முறையே C_1, C_2 எனக் கொள்ளலாம். Δαன் மதிப்பு சுழியை நெருங்கும்போது C_1, C_2 வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளி ஒரு முடிவான நிலையை அடைகிறது. இந்த எல்லைப் புள்ளிகளின் நியமப்பாதை பரவளையத்தின் லம்ப் உறை (Involute or envelope) ஆகும். இதேபோல் செங்கோட்டிற்குரிய சமன்பாட்டில் வரும் துணை அலகு α க்கு, $\alpha + \Delta\alpha$ மதிப்புகள் தருவதன் மூலம் பெறப்படும். செங்கோடுகள் முறையே γ_1, γ_2 எனில், Δα இன் மதிப்பு சுழியை நெருங்கும்போது γ_1, γ_2 வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளி ஒரு முடிவான நிலையை அடைகிறது. இந்த எல்லைப் புள்ளிகளின் நியமப்பாதை பரவளையத்தின் வரை செங்கோட்டுத் தழுவி (evolute) எனப்படும். ஒரு பரவளையத்தின் செங்கோட்டுத் தழுவி மற்றொரு பரவளையம் என்றும் நீள் வட்டத்தின் (ellipse) செங்கோட்டுத்தழுவி நான்கூர் அக உருள்வளை (four cusped hypocycloid) என்றும் உருள்வளையின் (cycloid) செங்கோட்டுத் தழுவி மற்றோர் உருள்வளை எனவும் காட்டலாம். இவ்வாறாக வளைவரைகளின் துணையலகு சமன்பாடுகள். பல்வேறு இன வளைவரைகள் தமக்குள் தொடர்புபட்டிருக்கும் விதத்தை அறியவும் பயன்படுகின்றன.

- அ.ரகீம்பாட்சா

துணைநூல். G.A. Gibson, *An Elementary Treatise on the Calculus*, Macmillan and Co. Ltd. 1961; M. Vygodsky, *Mathematical Hand Book*, Mir Publishers Moscow, 1971, Joseph Edards, *An Elementar Treatise on the Differential Calculus*, Macmillan and Co., Ltd. 1965.

துணை வரைபடம்

மூல வரைபடத்தின் விளிம்புகளைத் துணைக் கணங்களாகக் கொண்ட ஒரு வரைபடம், துணை வரைபடம் (subgraph) எனப்படும். துணை வரைபடத்தின் உறுப்புகள் நீங்கலாக உள்ள வரைபடத்தின் அனைத்து உறுப்புகளும் துணை வரைபடத்தின் நிரப்பி (complement) எனப்படும்.

இணைப்புள்ள வரைபடம் (connected graph) குறிப்பிடத்தக்கது. இது ஒரு பகுதி (one piece) எனக் குறிப்பிடப்படும். பல இணைப்புள்ள பகுதிகளிலிருந்து பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பது இணைப்பற்ற வரைபடம் (unconnected graph) ஆகும். பெரும இணைப்புள்ள துணை வரைபடத்தின் கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்தி இக்கோட் பாட்டை விளக்கலாம்.

வரைபடம் G இன் உச்சிகள் β_1, β_2 ஆகிய இரண்டும் சமமானவை என வரையறுக்கப்படுகின்றன. இது $\beta_1 = \beta_2$ எனக் குறிப்பிடப்படும்.

(அ) $\beta_1 = \beta_2; \beta_2 = \beta_3$ மற்றும் $\beta_1 = \beta_3$

(ஆ) ஒரே உச்சிகளுக்கு $\beta_1 = \beta_1$

(இ) $\beta_1 = \beta_2$ மற்றும் $\beta_2 = \beta_1$

இத்தொடர்புகள் கணிதவியல் தொடர்புகளுடன் ஒப்புமைப்படுத்தப்பட்டு, இவை கடப்பு விதி (transitive law), எதிர்ப்புத் தன்மை (relexive), சமச்சீர்மை (symmetric) எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. G இன் அனைத்து உச்சிகளின் தொகுப்பும் பொதுவற்ற சமபகுதிகளாகப் (equivalence class) பிரிக்கப்படுகின்றன. அதாவது அவ்வுச்சிகள் மட்டும் சமமாக இருக்கும்போது, இரண்டு உச்சிகளும் ஒரே பகுதியைச் சார்ந்தவையாக இருக்கும்.

G ஒரு முடிவுற்றதாக இருப்பின், பகுதிகளின் எண்ணிக்கையும் முடிவுற்றதாக இருக்கும். அது $S_1, S_2, ...S_p$ எனக் குறிப்பிடப்படும். அனைத்து விளிம்புகளின் கணங்களில் அதன் இரண்டு இறுதிப் புள்ளிகள் Sr(r = 1, 2....p)இன் உச்சிகளாக இருப்பது G இன் இணைப்புள்ள வரைபடம் Gr ஆகும். Gr இன் கூடுதல் உச்சிகள் அதை மீண்டும் இணைக்காத நிலையில், Gr(r = 1, 2 ....p) ஒரு பெரும இணைப்புள்ள துணை வரைபடம் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக G மட்டும் இணைப்புக் கொண்டிருக்கும் போது, p = 1 ஆகும்.

ஒரு தகு துணை வரைபடம் (proper subgraph) என்பது வரைபடத்தில் அனைத்து விளிம்புகளையும் கொண்டிராத துணை வரைபடம் ஆகும். பொதுவான உச்சிகளைக் கொண்டிராத வரைபடத்தில் துணை வரைபடம், தொடர்பற்ற துணை வரைபடம் (disjoint subgraph) எனப்படும்.

- பெ.துரைசாமி

துத்தநாகக் களிம்பு

இது ஒழுகுபடை நோய்களிலும், ஒவ்வாமையால் பாதிக்கப்பட்ட தோல் நோய்களிலும் இதமாக்கும் களிம்பாகப் பயன்படும். இக்களிம்பில துத்தநாக ஆக்சைடு 32 மி.லிட்டரும் நீர்த்த கம்பளிக் கொழுப்பு (hydrous wool fat) 8 மி.லிட்டரும், கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் 48 மி.லிட்டரும், ஆலிவ் எண்ணெய் 48 மி.லிட்டரும் காணப்படும். ஆலிவ் எண்ணெய்க்குப் பதிலாக மணமும் கூட்டலாம்.

எரிச்சலும், அரிப்பும் கொண்ட தோல் நைவுகளின் மீது துத்தநாகக் களிம்பைத் தடவினால் ஒரு குளிர்ந்த உணர்வு கிடைப்பதுடன், வலியும் ஓரளவு மட்டுப்படும். அண்மைக் காலமாக, இக்களிம்பு மிகுதியாகக் கையாளப்படுவதில்லை.

- அ.கதிரேசன்

துத்தநாக சல்ஃபேட்

இது தொற்றெதிர்க் களிம்பாகப் பயன்படுகிறது. சாலிசிலிக் அமிலமும், துத்தநாக ஆக்சைடும் சேர்ந்த களிம்பு வலி நீக்கியாகவும் தொற்றெதிர்ப் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

கண்நோய்களுக்கான சொட்டு மருந்துகளிலும் துத்தநாக சல்∴பேட் பயன்படுகிறது. சல்∴பாசிடமைடு சோடியம் 12.5%, சோடியம் குளோரைடு 1%, போரிக் அமிலம் 1%, குளோர்பியூடல் 0.5%, துத்தநாக சல்∴பேட் 0.1% கலந்த சொட்டு மருந்துகள் கண் நோய்களுக்குப் பயன்படுகின்றன.

துத்தநாகம் உணவில் குறைவாக இருந்தால் நோய்கள் உண்டாவது 1972 ஆம் ஆண்டிற்குப் பின்னரே கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. புரதப்பற்றாக்குறை நோயில், துத்தநாகக் குறைபாடு காணப்படும்போது தைமஸ் சுரப்பி மெலிந்துவிடும். மேலும் துத்தநாகம் போதிய அளவில் இருந்தால், தோல் நைவுகள் விரைவில் சீரடைகின்றன.

குடல் நோய், நாட்பட்ட மதுப்பழக்கம், நீரிழிவு நோய்,சிறுநீரக நோயியம், தீப்புண், நாட்பட்ட காய்ச்சல் ஆகியவற்றில் துத்தநாகக் குறைபாடு காணப்படுகிறது.

நாட்பட்ட சிரைவழி உணவுப் பெறுவோரிடமும், இக்குறைபாடு காணப்படுகிறது. வயிற்றுப்போக்கு, மனக்குழப்பம், ஒழுகுபடைத்தோல் அழற்சி, வாய்ப்புண், மயிர் உதிர்தல் ஆகியவையும் துத்தநாகப் பற்றாக்குறையால் தோன்றுகின்றன.

மனிதனுக்குத் தேவையான துத்தநாகம் 15 மி.கி. ஆகும். இறைச்சி, தானியம், பயறு, முட்டைக்கோஸ், ஆகியவற்றில் போதிய அளவு துத்தநாகம் காணப்படுகிறது. நீர்வாழ் உயிரிகளில் துத்தநாகம் மிகுந்துள்ளது.

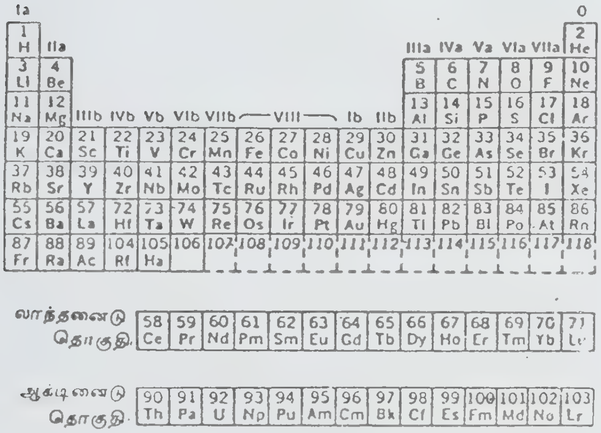
- அ.கதிரேசன்

துத்தநாகம்

இதன் குறியீடு Zn; அணு எண் 30; அணு நிறை 65.38. இதை எளிதில் தகடாக அடிக்கவும் கம்பியாக நீட்டவும் இயலும். இது சாம்பல் நிற உலோகம். இவ்வுலோகம் தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் இடை நிலைத் தனிமங்களின் வரிசையில் அமைந்துள்ளது. இதன் தொகுதியில் உள்ள பிற தனிமங்களான கேட்மியம், பாதரசம் ஆகியவற்றின் பண்புகள் இவ்வுலோகத்தின் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. இவ்வுலோ கத்தைப் பற்றி முழுவதுமாக அறியப்படும் முன்பே

பழங்காலத்தில் இதன் உலோகக் கலவையான பித்தளை வடிவில் இது புழக்கத்தில் இருந்தமைக்கான சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன.

டிரான்சில்வேனியாப் பகுதியில் கண்டெடுக்கப்பட்ட பித்தளை உலோகக் கலவை 87% வரை துத்தநாகம் கொண்டது. இந்திய உலோகவியல் வல்லுநர்கள் 13ஆம் நூற்றாண்டு அல்லது அதற்கு முன்னரே கம்பளி போன்ற கரிமப் பொருள்களைப் பயன்படுத்திக் காலமின் தாதுவை ஒடுக்கித் துத்தநாக உலோகத்தைப் பெற்றுள்ளனர். சீனாவில் 15ஆம் நூற்றாண்டில் இவ்வுலோகம் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளது. 16ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த பாராசெல்சஸ் என்னும் ஐரோப்பியரே முதன்முதலில் துத்தநாகம் என்பது தனி உலோகம் என்பதை உணர்ந்தறிந்து அதற்குச் சிண்கம் (*Zinckum*) என்று பெயரிட்டவராவார். 1743இல் வில்லியம் சாம்பியன் என்னும் இங்கிலாந்து நாட்டவர் துத்தநாக காரபோனேட்டைக் கல்கரியால் ஒடுக்கித் துத்தநாக உலோகத்தைப் பெற்றார்.



15 துத்தநாக ஐசோடோப்புகள் அறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் அணு நிறைகள் 64, 66, 67, 68, 70 கொண்டவை நிலைப்புத் தன்மையுடையவை. அணு நிறை 64 கொண்ட ஐசோடோப்பே பொதுவாகக் காணப்படுவது. கதிரியக்கத் தன்மையுடைய ஐசோடோப்புகளின் வாழ்நாள் 88 நொடி முதல் (61_{Zn}) 244 நாள்கள் (65_{Zn}) வரை வேறுபடுகிறது.

கிடைப்பு. இது புவியில் அரிதாகக் கிடைக்கும் உலோகம். புவி மேல்தோட்டில் இது கிடைக்கும் அளவு 0.0005-0.02% என்று அமைந்துள்ளது. மிகையளவு கிடைக்கும் தனிம வரிசையில் இவ்வுலோகம் 25ஆம் இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. உலகில் கிடைக்கும் துத்தநாக உலோகத்தில் பத்தில் ஒரு பகுதி அமெரிக்க ஒன்றியக் குடியரசிலிருந்தும், மிகுதியான அளவில் கனடாவிலிருந்தும் பெறப்படுகிறது. இதன் முக்கியக் கனிமங்கள் சிங்க் பிளெண்ட் (ZnS) ஆகும். காலமின் ($ZnCO_3$), அமெரிக்கக் காலமின் ($ZnCO_3 + ZnSiO_4 . H_2O$), ஸ்மித்சோனைட் ($ZnCO_3$), வில்லிமைட் (Zn_2SiO_4), சிங்கைட் (ZnO), ஃபிராங்க்ளினைட் (Zn, Fe, Mn) O (Fe_3 ,Mn$)_2O_3$) ஆகியன. இறுதியில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள இரு கனிமங்களும் அமெரிக்க ஒன்றியக் குடியரசில் மட்டும் கிடைக்கின்றன. காரீயத் தாதுக்களின் பிரித்தெடுத்தல் நிகழ்வில் துத்தநாகம் துணைப்பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

துத்தநாகம் பெரும்பாலான உணவு வகைகளில், குறிப்பாக, புரதம் மிகுந்துள்ள பொருள்களில் உள்ளது. இறைச்சியில் காணப்படும் துத்தநாகத்தின் சாராசரி அளவு 300 ppm என உள்ளது. புதிய சிப்பிகளில் துத்தநாக உலோகத்தின் இருப்பு அளவு 1000 ppm வரை உள்ளது. மனித உடலில் சராசரியாக 2 கி. துத்தநாகம் உள்ளது.

பிரித்தெடுத்தல்

பெரும்பாலும் துத்தநாகப் பிளெண்டுத் தாதுவிலிருந்தும் ஓரளவு காலமின் தாதுவிலிருந்தும் துத்தநாகம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. துத்தநாகத்தைத் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் செயல்முறை இரு படிகளில் செயல் படுத்தப்படும்.

வறுத்தல். முதலில் சல்ஃபைடு தாது நுரை மிதப்பு முறை மூலம் அடர்விக்கப்படுகிறது. பின்பு அது காற்றில் வறுக்கப்படும் போது துத்தநாக ஆக்சைடு கிடைக்கிறது. சல்ஃபர் டைஆக்சைடு வளிமம் தனியே சேகரிக்கப்பட்டுக் கந்தக அமிலம் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

கார்போனேட் தாது வறுக்கப்படும்போது கார்பன் டைஆக்சைடு வெளிப்படத் துத்தநாக ஆக்சைடு கிடைக்கிறது.

ஒடுக்குதல். வறுக்கப்பட்ட தாது நன்கு பொடியாக்கப் பட்ட கல்கரி அல்லது ஆந்த்ரசைட் நிலக்கரியுடன் கலக்கப்படுகிறது. இக்கலவை களிமண் வாலைகளில் நிரப்பப்பட்டு 1400-1500^{0}C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றப்படும். துத்தநாக ஆக்சைடு கரியுடன் வினைபுரிந்து துத்தநாகமாக ஒடுக்கப்படுகிறது.

இந்த ஒடுக்கத்திற்குத் தேவையான வெப்பநிலை துத்தநாகத்தின் கொதிநிலையைவிட மிகுதியாக உள்ளமையால் துத்தநாக உலோகம் ஆவியாக மாறி

வெளியேறுகிறது. பின்பு அது குளிர்விக்கும் கலன்களில் சேகரிக்கப்படுகிறது. முதலில் நீலம் கலந்த சாம்பல் நிறப்பொடியாக நிறைவது துத்தநாகப் பொடி எனப்படும். பின்னர் நிறையும் துத்தநாகம் நீர்மமாகக் கிடைக்கிறது. இந்நீர்மம் அடிக்கடி வெளியே எடுக்கப்பட்டுக் கட்டிகளாக வார்க்கப்படும்போது இவற்றிற்கு ஸ்பெல்டர் என்பது பெயராகும். முதலில் கிடைக்கும் ஸ்பெல்டர் தூய்மையாக இருந்தாலும் இறுதியில் கிடைக்கும் ஸ்பெல்டரில் காரீயம் கலந்திருக்கும். எனவே, இறுதி நிலைகளில் கிடைக்கும் ஸ்பெல்டரை நீர்மமாக்குதல் மூலமோ, காய்ச்சி வடித்தல் மூலமோ தூய்மை செய்ய வேண்டியது இன்றியமையா ததாகும். தற்காலத்தில் துத்தநாகம் குறைந்த அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடிக்கப்பட்டுத் தூய்மை செய்யப்படுகிறது. இம்முறையில் 99.97% வரை தூய்மையான துத்தநாகம் கிடைக்கிறது.

மின்னாற்பகுப்பு முறை. அடர்விக்கப்பட்ட துத்தநாகத் தாது முதலில் குறைந்த வெப்பநிலையில் வறுக்கப்படும். பெரும்பாலான துத்தநாகச் சல்∴பைடு துத்தநாகச் சல்∴பேட்டாக மாறும்போது சிறிதளவு துத்தநாக ஆக்சைடும் உண்டாகிறது. இவ்வாறு வறுக்கப்பட்ட தாதுவுடன் நீர்த்த கந்தக அமிலம் சேர்க்கப்பட்டு நன்கு அலசப்படும். அப்போது சிறிதளவேயுள்ள துத்தநாக ஆக்சைடும் துத்தநாக சல்∴பேட்டாக மாறுகிறது.

இவ்வாறு கிடைக்கும் துத்தநாக சல்∴பேட்டுக் கரைசலுடன் சுண்ணாம்புக் கரைசல் சேர்க்கப்படுகிறது. இரும்பு, அலுமினியம், ஆர்செனிக், ஆண்டிமனி ஆகியவற்றின் உப்புகள் இதன்மூலம் வீழ்படிவாகி விடுகின்றன. இவ்வாறு தூய்மை செய்யப்பட்ட துத்தநாக சல்∴பேட்டுக் கரைசல், அலுமினியத் தகடுகளை எதிர்மின் முனையாகப் பயன்படுத்தி மின்னாற்பகுக்கப்படுகிறது. துத்தநாக உலோகம் அலுமினியத் தக்டுகளில் படியும். துத்தநாகத்தின் உருகுநிலை அலுமினியத்தின் உருகுநிலையைவி் க் குறைவாக உள்ளமையால், துத்தநாகம் படிந்த அலுமினியத் தகடுகளைச் சூடேற்றி உருக்கி உலோகம் தனியே பிரித்தெடுக்கப்படும். பின்னர் அது கட்டிகளாக வார்க்கப்படும்.

மின்னாற்பகுப்பு முறை பிற முறைகளைவிடப் பலவிதங்களில் மேம்பட்டதாகும். இம்முறை மூலம் குறைந்த அளவே துத்தநாகம் உள்ள தாதுக்களிலிருந்தும் துத்தநாகத்தைப் பிரித்தெடுக்க முடியும். மேலும் இதில் கிடைக்கும் துத்தநாகம் மிகவும் தூய்மையானது. துத்தநாகத் தாதுக்களில் கலந்துள்ள பிற உலோகங்களையும் பிரித்தெடுத்துப் பயன்படுத்திக் கொள்வது இம்முறையின் இன்னும் ஒரு கூடுதல் பயனாகும்.

உலோகம். தூய, புதிதாக மெருகேற்றப்பட்ட துத்தநாக உலோகம் நீலம் கலந்த வெண்ணிறமாக மிளிரும். இது மிதமான கடினத்தன்மை உடைய உலோகம். மோஸ் அலகில் இதன் கடினத்தன்மை 2.5. ஈரக்காற்றால் தாக்கப்பட்டு இவ்வுலோகத்தின்மேல் மெல்லிய படலம் ஏற்படுவதால் இது பொதுவாகச் சாம்பல் நிறமாகக் காட்சியளிக்கிறது. தூய துத்தநாகத்தைத் தகடாகவும், கம்பியாகவும் நீட்டவும், இழுக்கவும்,வளைக்கவும் இயலும். இவ்வுலோகத்தில் சிறிதளவு பிற உலோகங்கள் மாசுகளாகக் கலந்திருந்தால் துத்தநாகம் எளிதில் உடையும் தன்மையைப் பெறுகிறது. இதன் உருகுநிலை 420°C; கொதிநிலை 907°C. இது நீரைவிட 7.13 மடங்கு அடர்த்தி மிகுந்தது.

97- 147°C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றப்படும்போது தன் நொறுங்கும் தன்மையை இழந்து தகடாகவும் கம்பியாகவும் மாறும் தன்மை பெறுகிறது. இவ்வெப்பநிலையில் உருவாக்கப்பட்ட தகடுகளும் கம்பிகளும் மீண்டும் சாதாரண வெப்பநிலைக்குக் குளிர்விக்கப்பட்டாலும் நொறுங்கும் தன்மை பெறுவதில்லை. துத்தநாகம் பிற உலோகங்களுடன் சேர்ந்து கடினமான உலோகக் கலவையைத் தருகிறது. உருகிய துத்தநாகத்தைக் குளிர் நீரில் கொட்டினால் துத்தநாகக் குறுநொய் கிடைக்கிறது.

இவ்வுலோகத்தின் சில இயற்பியல் பண்புகள் அட்டவணை 1இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1
துத்தநாக அணு, அயனிப் பண்புகள்

பண்புகள்	மதிப்பு
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு	$1s^2 2s^2 s2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$
<u>அயனியாக்க மின் அழுத்தங்கள்</u>	
முதல் எலெக்ட்ரான் விலக்கம்	9.39 eV
இரண்டாம் எலெக்ட்ரான் விலக்கம்	17.9 eV
அயனி ஆரம், Zn^{2+}	0.072 nm
சகபிணைப்பு ஆரம் (நாற்கோண)	0.131 nm
ஆக்சிஜனேற்ற மின் அழுத்தங்கள்	$Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e^-$ $E^\circ = 0.76V$ $Zn + 4OH^- \rightleftharpoons ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e^-$ $E^\circ = 1.22V$

துத்தநாகம் வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் நன்கு கடத்தும். இதன் மின்தடைத் திறன் 5.92 மைக்ரோ ஓம்-செ.மீ (20^0Cஇல்). இந்த அளவு, மிகைக் கடத்துத் திறன் உடைய வெள்ளியின் அளவைவிட நான்கு மடங்கு மிகுதியாகும். ஆனால் வெப்பங்கடத்து திறனில் துத்தநாக உலோகம் வெள்ளியைப்போல் நான்கில் ஒரு பங்கு அளவே கடத்துந் திறனுடையது. 0.91K இல் துத்தநாகம் மின்சார மீகடத்தியாக இருக்கிறது. தூய துத்தநாகம் ∴பெர்ரோ காந்தத்தன்மையானதன்று; ஆனால் இதன் கலப்புலோகம் ($ZrZn_2$) 35K க்குக் கீழ் ∴பெர்ரோக் காந்தப் பண்புகளை வெளிப்படுத்துகிறது.

வேதிப் பண்புகள். துத்தநாகம் மிகு நேர்மின்தன்மை கொண்ட உலோகம் துத்தநாகத்தைக் காற்றில் 500^0C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றினால் அது நீலம் கலந்த வெள்ளை ஒளியுடன் எரிந்து துத்தநாக ஆக்சைடாக மாறுகிறது. இந்த ஆக்சைடு வெண்மையாக இருக்கும். இதனை ஞானியின் பஞ்சு (philosopher's wool) என்பர். தூய துத்தநாகம் நீருடன் வினைபுரிவதில்லை. ஆனால் தூய்மையற்ற நிலையில் நீராவியுடன் வினைபுரிந்து ஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது.

$$Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$$

கந்தகம், குளோரின் போன்ற அலோகங்களுடன் துத்தநாகம் எளிதில் வினைபுரியும். ஈரப்பதமிக்க காற்றில் வைக்கப்படும்போது காரக் கார்போனேட் உண்டாவதால் துத்தநாகம் மங்கி விடுகிறது. அதன் மேல் நீலம் கலந்த சாம்பல் நிறப் படலம் படிகிறது.

தூய துத்தநாகம் நீர்த்த அமிலங்களுடன் சேர்க்கப்படும்போது அதன் மேற்பரப்பில் ஹைட்ரஜன் மிகை மின்னழுத்தம் ஏற்படுவதால் வினையெதுவும் நிகழ்வதில்லை. ஆனால் தாமிரம், வெள்ளி, பிளாட்டினம் போன்ற உலோகங்கள் கலந்த துத்தநாகம் நீர்த்த அமிலங்களுடன் சோக்கப்படும்போது குறைந்த ஹைட்ரஜன் மின்னழுத்தமே ஏற்படுவதால் துத்தநாகம் எளிதில் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் வெளியேறுகிறது.

இதனால் துத்தநாகம்-தாமிர இரட்டை (zinc-copper Couple) கரிமவேதி வினைகளில் ஒடுக்கியாகப் பயன்படுகிறது. கந்தக, நைட்ரிக் அமிலங்களுடன் துத்தநாகத்தின் வினை அமிலத்தின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறுபடும். குளிர்ந்த, நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் வினைபுரியும் போது துத்தநாகச் சல்∴பேட்டும் ஹைட்ரஜனும் உண்டாகின்றன.

சூடான கந்தக அமிலத்துடன் வினைபுரியும்போது துத்தநாக சல்∴பேட்டுடன் ஹைட்ரஜன் சல்∴பைடோ, கந்தகமோ உண்டாகும். அடர்கந்தக அமிலத்துடன் வினைபுரியும்போது சல்∴பர் டைஆக்சைடு உண்டாகும்.

நைட்ரிக் அமிலத்துடன் துத்தநாகத்தின் வினைபுரியும் தன்மை மேலும் சிக்கலானதாகும். நைட்ரிக் அமிலம் மிகவும் நீர்த்ததாயிருந்தால் அம்மோனியம் நைட்ரேட் கிடைக்கும்.

$$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

ஓரளவு அடர்ந்த அமிலமாயிருப்பின் நைட்ரஸ் ஆக்சைடு உண்டாகும்.

சூடான அடர்நைட்ரிக் அமிலம் நைட்ரஜன் டைஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது.

அடர்காரக் கரைசலுடன் வினைபுரியும்போது சிங்கேட்டுகள் உண்டாகின்றன.

$$Zn + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2$$

அல்க்கைல் ஹாலைடுகளுடன் துத்தநாகம் வினைபுரிந்து கூட்டுச்சேர்மங்களைக் (addition compounds) கொடுக்கிறது.

பயன்கள். துத்தநாகத்தின் பயன்களுள் இதன் கலப்புலோகங்களும், உலோகத்தின்மேல் பூசப்படும் மேற்பூச்சும் அடங்கும். இரும்பு அல்லது எ∴கு உலோகத்தின் மேல் பூசப்படும் துத்தநாக மேற்பூச்சு அவை துருப்பிடிக்காமல் இருக்க உதவுகிறது. இம்மேற்பூச்சுச் செயலைத் தேவையான உலோகங்களை உருகிய துத்தநாகத்தில் அமிழ்த்தியோ (வெப்ப-அமிழ்வு முறை), மின்னாற்பகுப்பு உத்தியைப் பயன்படுத்தியோ (மின்மேற்பூச்சளித்தல்), உருகுநிலைக்கருகில் வெப்பநிலையுடைய துத்தநாகத் தூள்களின் மேக அறையில் செலுத்தியோ, உருகிய துத்தநாகத்தை மேற்பூச்சளிக்க வேண்டிய உலோகத்தின் மேல் திவலைகளாகச் சிதறடித்தோ நிகழ்த்தலாம். அட்டைத்தாள் (cardboard) போன்ற பொருள்களின் மேலும் குறை வெப்பநிலைச் சுடர்ச் சிதறடிப்பு முறையைப் பயன்படுத்தித் துத்தநாக மேற்பூச்சளிக்கலாம்.

துத்தநாகக் கசடு (zinc dust) உலர்நிலையில் இருக்கும்போது எளிதில் தீப் பற்றி எரியும். வானவேடிக்கைப்

பொருள்களில் சேர்க்கப்படும் இது வினையூக்கியாகவும், ஒடுக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. ^{65}Zn ஐசோடோப் துத்தநாக வளர்சிதை மாற்றங்களைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வுகளில் பயன்படுகிறது. மேலும் இது துத்தநாகக் கலப்புலோகங்களின் தேய்மான அளவைக் கண்டறியும் ஆய்வுகளிலும் பயனாகிறது. துத்தநாகம் விலங்கின, தாவர வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது. மனிதர்களில் இதன் குறைபாட்டால் வளர்ச்சியும், முதிர்ச்சியும் பின்னடையும், குருதிச்சோகையும் ஏற்படலாம். கணையத்தில் சுரக்கப்படும் இன்சுலின் ஹார்மோனில் துத்தநாகம் உள்ளது.

உலோகக் கலவையின் பெயர்	இயைவு (சதவீதம்)	பயன்
பித்தளை	80% தாமிரம், துத்தநாகம் 20%	பாத்திரம்
வெண்கலம்	தாமிரம் 80% துத்தநாகம் 10% வெள்ளியீயம் 10%	சிலை, நாணயம்
ஜெர்மன் வெள்ளி	தாமிரம் 60% துத்தநாகம் 20% நிக்கல் 20%	ஆடம்பரப் பொருள்
மாங்கனீஸ் வெண்கலம்	தாமிரம் 65% துத்தநாகம் 35%-40% இரும்பு 0.5 - 1% மாங்கனீஸ் 0.5 - 3%	கப்பல் கட்டுவதற்கு உதவும் பொருள்
பிளாட்டினாய்டு	தாமிரம் 60% துத்தநாகம் 24% நிக்கல் 14% டங்ஸ்டன் 2%	மின்தடை மாற்றி (rheostat) தயாரிப்பு

வேதி வினைகளில் துத்தநாக இரசக்கலவை ஒரு சிறந்த ஒடுக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

துத்தநாகத்தின் சேர்மங்கள் பல வகையில் பயன்படுகின்றன. துத்தநாகத் குளோரைடு உலோகப் பற்றவைப்பிலும் துத்தநாக ஆக்சைடு, சல்ஃபைடு, சாயப் பொருள்களிலும் துத்தநாகச் சல்ஃபேட் சாயமேற்றும் தொழிலிலும், ஒட்டுங்கோந்து செய்வதிலும் பயன்படுகின்றன.

வேளாண் துறையில் துத்தநாக உப்புகள் நுண்ணூட்டச் சததுகளாகப் பயன்படுகின்றன. தாவரங்களில் துத்தநாக அயனி நொதி ஊக்குவிப்பானாகச் செயல்படுகிறது. தாவரங்களில் துத்தநாகத்தின் அளவு ஏறக்குறைய 3-350 ppm அளவில் இருக்கும். டிரிப்டோஃபேன் என்னும் இன்றியமையாத அமினோ அமிலம் உருவாகத் துத்தநாக அயனி உதவுகிறது. தாவரங்களில் இந்த உலோகத்தின் அளவு குறைவதால் இலைகளில் அளவு சிறுத்தல், இலைப் பச்சையம் அழிதல்,கணுவிடைத் தொலைவு குறைதல் போன்ற விளைவுகள் உண்டாகின்றன.

மின்கலன்களில் மின்துருவங்களாகத் துத்தநாக உலோகம் பயன்படுகிறது. மருந்துத் தயாரிப்பிலும் சாயத் தொழிலும் துத்தநாகப் பொடி பயன்படுகிறது. வெள்ளி, காரீயம், தங்கம் போன்ற உலோகங்களை அவற்றின் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கவும் துத்தநாகம் உதவுகிறது.

பண்பறி பகுப்பாய்வு. துத்தநாக உப்பைச் சோடியம் கார்போனேட்டுடன் சேர்த்து ஒரு கரித்துண்டில் வைத்துச் சூடேற்றினால் வெண்மையான படிவு கிடைக்கும். இது குளிர்ந்த நிலையில் வெண்மையாகவும் சூடான நிலையில் மஞ்சளாகவும் இருக்கும். இதனுடன் ஒரு சொட்டு கோபால்ட் நைட்ரேட் கரைசலைச் சேர்த்துச் சூடேற்றினால் பச்சை நிறமாக மாறும்.

துத்தநாக உப்புக்கரைசலில் காரச் சூழலில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைச் செலுத்தினால் வெண்மையான வீழ்படிவு கிடைக்கிறது.

துத்தநாக உப்புக் கரைசலுடன் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைச் சொட்டுச் சொட்டாகச் சேர்த்துக் கொண்டேயிருந்தால் வெண்மையான வீழ்படிவு உண்டாகிய பின்பு அது கரைந்துவிடும்.

எடையறி பகுப்பாய்வு. துத்தநாக உப்புக் கரைசலுடன் அம்மோனியா, அம்மோனியம் குளோரைடு, அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட் ஆகியவற்றைச் சேர்த்தால் துத்தநாக அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட் வீழ்படிவு கிடைக்கிறது. இதனைப் படமிட்டால் துத்தநாகப் பாஸ்ஃபேட் கிடைக்கிறது. பின்பு இதன் எடை அறியப்படுகிறது.

எச்சரிக்கை. துத்தநாகத்தின் உப்புகள் நச்சுத்தன்மை கொண்டவை. எனவே, அமிலத்தன்மை கொண்ட உணவுப் பொருள்களைத் (ரசம் போன்றவை) துத்தநாக முலாமிட்ட பாத்திரங்களில் வைக்கக்கூடாது.

-கா.குமாரசாமி
-ப.நடராசன்
-அ.ம.சிவகாமி

துத்தி

இதற்குத் திக்கசி, கக்கடி, மஞ்சள் துத்தி, நல்ல துத்தி, கோளியம் என்று பல பெயர்கள் உண்டு. ஆங்கிலத்தில் கண்ட்ரி மேல்லோ (country mallow) எனப்படும் இதன் தாவரப் பெயர் அபுட்டிலான் இண்டிகம் (*Abutilon indicum*) ஆகும். வறட்சிப் பகுதிகளில் வளரும் களைச் செடிகளுள் துத்திச் செடியும் ஒன்றாகும். இந்தியாவிலும், உலகின் ஏனைய வெப்ப மண்டல நாடுகளிலும் இதனைக் காணலாம்.

செடி. துத்தி 0.9 - 1.5 மீ உயரம் வளரும் புதர்ச்செடி. தண்டு உருண்டையாக, பச்சையாக, சிறிது குங்கும நிறம் கலந்திருக்கும். இலைகள், தனி இலைகளாக மாற்றடுக் கத்திலும், முட்டை வடிவில், ஓரத்தில் பல்போன்ற அமைப்பைப் பெற்றும் இருக்கும். இலைக் காம்பு 11 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். பூக்கள் மஞ்சள் நிறத்தில் இலைக் கக்கத்தில் தனியாக உண்டாகியிருக்கும். புல்லி வட்டம் சிறு மயிர்களைப் பெற்றுக் கிண்ண வடிவிலும் 5 கதுப்புகளைக் கொண்டும் இருக்கும்.

அல்லி வட்டம் மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். சில சமயங்களில் மஞ்சள் நிறத்தில் இளஞ்சிவப்பு நிற மையப்பகுதி தென்படும். அல்லிகள் 5, தலைகீழ் முட்டை வடிவிலிருக்கும். சூல்பை மேல்மட்ட வகையைச் சேர்ந்தது. சூல்பை, உருண்டையாகப் பல சூலறைகளைக் கொண்டிருக்கும். இதன் மீது சிறு சிறு மயிரிழைகள் அடர்த்தி யாகத் தோன்றியிருக்கும். சூலகத் தண்டுகள் சூலறைகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப உள்ளன. சூலகமுடி வட்டமாக இருக்கும். கனி, உலர்கனி வகையைச் சார்ந்தது. கனி பக்கவாட்டில் வெடித்துத் தண்டுகளாகும். ஒவ்வொரு சூலறையிலும் 3 - 5 விதைகள், சிறுநீரக வடிவிலும் பழுப்பு நிறத்திலும் இருக்கும்.

பயன்கள். இலைகள் அழற்சியைப் போக்கும். இலைச்சாறு மலச்சிக்கல், மேகச்சூடு, ஆசனவாய் எரிச்சல் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இதனைக் கொண்டு வாய்க் கொப்பளிக்க, பல்வலி, ஈறுநோய்கள் தீரும், இலைகளை ஆமணக்கெண்ணையில் வதக்கி மூலநோய், பவுத்திரம், ஆசனக் கடுப்பு முதலிய நோய்களுக்கு வைத்துக் கட்டி,

துத்தி (*Abutilon indicum*)

ஒற்றடமும் தரலாம். இலைச்சாற்றைப் பிழிந்து மாவுப் பொருள்களுடன் சேர்த்துக் களி கிண்டி கட்டிகளுக்கு வைத்துக் கட்டி வர அவை பழுத்து உடைந்து குணமாகும். இலை கருமேக நோயைப் போக்கும். இலையைக் கொதிநீரில் வேகவிட்டுத் துணியைத் தோய்த்துப் பிழிந்து, ஒற்றடம் தர வலி தீரும். இலைச்சாற்றுடன் பாதியளவு நெய்யைச் சேர்த்துத் தர அழற்சியால் உண்டாகும் கழிச்சல் போகும்.

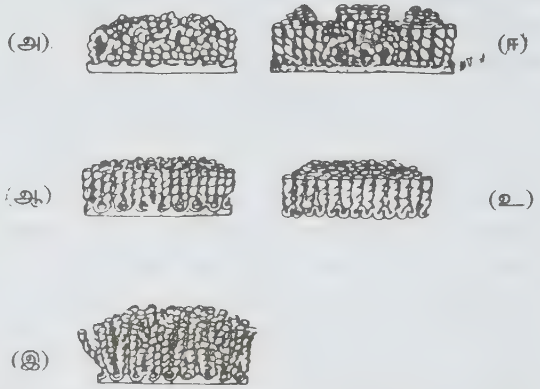
பெருந்துத்தி (A. asiaticum). இது ஓராண்டுச் செடி; இது இந்தியா, இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் சாலை ஓரம் மற்றும் ஆற்றங்கரைகளில் காணப்படுகிறது. ஜெர்மனி நாட்டில் உள்ள இச்செடியின் விதைகளில் எண்ணெயும் புரதமும் உள்ளன. துத்தியின் மற்றொரு சிற்றினம் அபுட்டிலான் தியோ.ஃபிராஸ்டியை (*A.theophrastie*) ஆகும். இதன் மறுபெயர் அ.அவிசென்னே (*A.avicenae*) ஆகும். இது ஒரு சிறு குத்துச் செடி. இதனை வடமேற்கு இந்தியா, காஷ்மீர் ஆகிய பகுதிகளில் காணலாம். இந்தியா தவிர அமெரிக்கா மற்றும் மையத் தரைக்கடல் பகுதியிலிருந்து சீனா வரையிலுள்ள பகுதியில் இச்செடி பரவிக் காணப்படுகிறது. இச்செடியிலிருந்து கிடைக்கும் நார், சீனச் சணல் (China jute) எனப்படுகிறது. இதிலிருந்து வணிக முறையில் நார் தயாரிக்க வட அமெரிக்கா முற்பட்டது. ஒரு ஹெக்டேரில் 2500 கி.கி. நார் பெறும் வாய்ப்பிருந்தபோதும், இதனைச் சாகுபடிச் செய்ய இயலாமற் போயிற்று. ஆனால் தற்போது இது ஒரு கொடிய களைச் செடியாக இருக்கிறது. விதைத்த 4 - 5 மாதங்களில் தண்டுகளை வெட்டி 4 - 5 நாள் நீரில் ஊறவைத்து நார் எடுக்கலாம். சீனாவில் இதன் நாரிலிருந்து கம்பளி விரிப்புத் தயாரிக்கப்பட்டது. இந்நாரில் செல்லுலோசும் விதையில் எண்ணெயும் உள்ளன.

- ப.சம்பங்கி

துப்பட்டி நெய்யும் எந்திரங்கள்

துப்பட்டித் தயாரிப்பில் பெரும்பாலும் நைலான் இழையே தற்போது பயன்படுகிறது. கம்பளி,பாலிஎஸ்ட்டர், அக்ரிலிக், பாலி ஒலி.ஃபீன் ஆகியனவும் ஓரளவு பயன்படுகின்றன. பருத்த, தொடரிழை நூல் (bulked continous filament yarn or BCF yarn) மட்டுமே இவ்வகையில் இடம்பெறுகிறது. வெட்டிழைகளில் தொடங்கியும் துப்பட்டிக்கான நூல்களைத் தயாரிக்கலாம்.

துப்பட்டிகள் அடுக்கு முறையில் (pile) தொகுக்கப்படுகின்றன. இவை வளைய அடுக்கு (loop pile), வெட்டிச் சீராக்கப்பட்ட அடுக்கு (cut pile) இவ்விரண்டின் கலப்பு ஆகிய செயல்முறைகளில் உருவாக்கப்படுகின்றன. வளைய அடுக்கைவிட வெட்டிச் சீராக்கப்பட்ட அடுக்கில் வகைகள் மிகுதி. (படம்)



துப்பட்டி தயாரிக்கும் முறை

அ. வளைய அடுக்கு ஆ. சாக்சனி, வெட்டிச் சீராக்கப்பட்ட அடுக்கு, இ. ஷாக், வெட்டிச் சீராக்கப்பட்ட அடுக்கு, ஈ. கொண்டையன, உ. பிணைப்பட்டது

கொண்டையுடையது. (tufted), நெசவு செய்யப்பட்டது, ஒட்டப்பட்டது, ஊசியால் இழை எழுப்பப்பட்டது (needle punched) என நால் வகைத் துப்பட்டிகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இறுதி இரு வகைகளும் திறந்த வெளியில் பயன்படுத்துவதற்கான சிறப்பு தரைவிரிப்புகளாகும்.

துப்பட்டிகள் யாவும் ஒரு பொதுவான அடிப்படை அமைப்பைக் கொண்டவை: ஓர் அடித்தளம் (backing) மற்றும் அடுக்குப் பரப்பு, அடித்தளத்திலேயே முதல்நிலை அடித்தளம், ரப்பர் பால் பூச்சு, துணைநிலை அடித்தளம் என்று மூன்று உள்ளடக்குகள் பெற்றிருக்கும்.

துப்பட்டித் தயாரிப்பு வழிமுறைகளுள் கொண்டையமைத்தலே விரைவான, சிக்கனமான, தானியங்கு தன்மை ஏற்கவல்ல முறையாகும். நூல் புகுத்தப்பட்ட ஊசி வரிசை முதல்நிலை அடித்தளத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. இத்தளத்தினடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள கொக்கி இந்நூலை வாங்கித் தேவைப்படும் உயரத்திற்கு நீட்டி இருத்துகிறது. வெட்டு அடுக்கு நூலுக்கு வளையங்கள் உருவாகையில் ஒரு கத்தி அவற்றை வெட்டுகிறது. வளைய அடுக்கு வகைக்குக் கொக்கி வளையத்தை நிலைநிறுத்திய பின்பு பின்வாங்குகிறது. ஓர் அலகு நீளத்தில் உள்ள தையல்களின் எண்ணிக்கையும், ஊசித் தொகுப்பில் ஊசிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவும் உருவாக்கப்படும் துப்பட்டியின்

அடர்த்தியை அறுதியிடுகின்றன. ஊசிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவுகள் 0.8, 0.6, 0.4, 0.3, 0.25, 0.2, செ.மீ. என பரந்த வரம்பில் இருக்கலாம். அடுக்கின் நிறை 2.4 - 20 கி.கி./மீ^{2} என அமையக்கூடும். பெரும்பாலான துப்பட்டிகளில் சராசரி நிறை 8.5 கி.கி/மீ^{2} ஆகும்.

நெசவு வழித் துப்பட்டிகள் வில்டன் முறையிலோ, அக்ஸ்மின்ஸ்டர் முறையிலோ தயாரிக்கப்படுகின்றன. இரு முறைகளுக்குமிடைப்பட்ட முதன்மையான வேறுபாடு தறியின் வடிவமைப்பையும், தேர்ந்தெடுக்கப்படும் நெசவு முறையையும் பொறுத்ததாகும்.

வில்டன் முறை செலவினம் மிகுந்ததாகும். ஜாக்வர்டு தறியில் நெய்யப்படும் இத்துப்பட்டி மிக உயர் வகையைச் சாரும். இம்முறையில் நூல், தட்டுச் சட்டங்களில் (tray frames) வைக்கப்பட்டு உருளைகளில் சுற்றப்படுகிறது. ஒவ்வோர் உருளையும் ஒரே வண்ணமுள்ள நூலினால் சுற்றப்பட்டிருக்கும். ஒரு துப்பட்டி வடிவமைப்பில் ஆறு வண்ணங்கள் இருக்க வேண்டுமாயின், ஆறு சட்டங்கள் தேவைப்படுகின்றன. ஆனால் எந்த ஒரு நேரத்திலும் ஓர் அடுக்கு நூல் மட்டுமே பரப்புக்கு வெளியே தெரியும்; பிற ஐந்தும் மறைவாகவுள்ளன. சட்டங்களின் எண்ணிக்கையைவிடக் கூடுதலான எண்ணிக்கையில் நிறங்கள் தேவைப்பட்டால், பதித்தல் (planting) என்னும் முறையில் இதனைச் செய்யலாம். கூரிய கத்திமுனை கொண்ட கம்பிகளின் மீது நூலை வளையமாக மாட்டிப் பின்னுக்கு இழுத்தால் நூலைக் கத்தி வெட்டுகிறது. மெலிந்த முறுக்கேற்றம், இறுகிய முறுக்கேற்றம் ஆகிய இரு வகைகளிலும் வில்டன் துப்பட்டியைத் தயாரிக்கலாம். மிக நெருக்கமாக நெய்யப்படும்போது, வில்டன் மணிக்கம்பளித் துப்பட்டி உயர் திடத்தையும், யாப்பு நுண்மையையும் அளிக்கவல்லது. மணிக்கம்பளி வகை வில்டனிலேயே நுண்மைமிக்கது; ஆறு சட்டங்களையும் மூன்றடுக்கு நூலையும் கொண்டு நெய்யப்படுகிறது. ஒரு செ.மீட்டருக்கு 5 கம்பிகளையும், ஒரு சதுர செ.மீட்டருக்கு 18 கொண்டைகளையும்,மூன்றடுக்குக் கட்டமைப்பையும் கொண்டது. சற்றே குறைந்த தரமான வில்டனைத் தயாரிப்பதற்குக் குறைந்த எண்ணிக்கையில் சட்டங்களும், ஒரு செ.மீட்டருக்கு 40 கம்பிகளும், ஒரு சதுர செ.மீட்டருக்கு 9 கொண்டைகளும் உள்ளன.

நன்கு முறுக்கேற்றப்பட்ட வில்டனைவிட மெலிந்த முறுக்கேற்றப்பட்ட வில்டன் கண்கவர் தோற்றம் கொண்டிருக்கும். அடுக்கு ஆழமாகவும் மென்மையாகவும் உள்ளமையால் இவ்விளைவு தோன்றுகிறது. இதற்குக் குறைந்தது 2½ சட்டங்கள் தேவை. 10 செ.மீட்டருக்கு 30-37 கம்பிகள் இருக்கும். பெரிய, வலிவான கொண்டைகளான சாக்சனி என்னும் வில்டன் வழக்கத்திற்கு மாறாக மிகையாக முறுக்கேற்றப்பட்ட கம்பளி நூல்களாலானது. மிக மென்மையாகவுள்ள இத்துப்பட்டி திடமானதுமாகும்.

அக்ஸ்மின்ஸ்டர். கொண்டை வகைத் துப்பட்டி தயாரிக்கப்பட்டமைக்கு முன்பாக அக்ஸ்மின்ஸ்டர் வகை மட்டுமே புகழ் பெற்றிருந்தது. இவ்வடிவமைப்பில் பயன்படும் நிறங்கள் மிகவும் கூடுதலானவை. பொதுவாக 50 நிறங்கள் பயன்படுத்தப்படும். தார்க்குழல் அக்ஸ்மின்ஸ்டர் (spool Axminster) எனும் துப்பட்டி வகை பெரும்பாலான தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது. நிறமேற்றப்பட்ட நூல்கள் தனித்தனித் தார்க்குழல் தறிகளில் சுற்றப்படுகின்றன. முன்பே திட்டமிடப்பட்ட கோல வடிவத்தின்படி ஒவ்வொரு தார்க்குழல் சரியான இருக்கையில் பொருத்தப்படுகிறது. தார்க்குழலும் ஒரு மேல்நிலை உருளையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அடுக்கை உருவாக்குவதற்கு இதனால் முடிவிலாது நூலை அளிக்க முடியும். நூலைக் கொண்டை வளையங்களாக ஊசித் தையல் வாயிலாகப் புகுத்தலாம்.

பிடிப்பி அக்ஸ்மின்ஸ்டரில் (gripper Axminster) நூல் வண்ணத் தேர்வுக்குப் பிறிதொரு முறை பயன்படுகிறது. தறிக்குப் பின்னாலுள்ள தாங்கியின்மீது வண்ண நூல் தார்க்குழல்கள் அமர்த்தப்பட்டு, ஒரு ஜாக்வர்டு (Jacquard) வழி முறையில் இயக்கப்படுகிறது. இம்முறையினால் தக்க வண்ண நூல் தீர்மானிக்கப் பட்டவுடன், அந்நூலை ஓர் இடுக்கியமைப்புப் பிடித்து முன்னுக்கு இழுக்கிறது. பிடிப்பி-தார்க்குழல் அக்ஸ்மின்ஸ்டர் என்னும் கலப்பு அமைப்பில் பிடிப்பியும், மேல்நிலை உருளையும் இணைக்கப்படுகின்றன.

அக்ஸ்மின்ஸ்டர் வடிவமைப்புக்கு நூல்களை அமைப்பதற்கு நீண்ட நாள் ஆகும். ஆனால், வடிவமைப்பை வகுத்துவிட்டால், 3x4 மீ. அளவு துப்பட்டி நெய்வதற்கு ஓரிரு மணிகளேயாகும். இவ்வகைக் கம்பளியைத் தயாரிப்பதற்கு மெல்ல முறுக்கப்பட்ட நூல் மட்டுமே பயனாகிறது. கடினப் பரப்புக் கொண்ட நூலைப் பயன்படுத்தத்தக்க அளவுக்கு நெசவில் நெருக்கம் இராது. இதன் பரப்பு கையினால் பின்னப்பட்ட வகையின் பரப்பை ஒத்திருக்கும். ஆனால் அக்ஸ்மின்ஸடர் கம்பளியை நீளவாக்கில் மட்டுமே சுருட்ட முடியும். இத்தன்மையைக் கொண்டு அதனை மற்றக் கம்பளிகளினின்றும் வேறுபடுத்திக் காணலாம். கம்பளியின் அடித்தளமாகப் பயன்படும் விறைப்பான சணல் நார்கள் கம்பளியின் பின்புறம் முண்டுகளாகத் தெரியும். மிகத் தரம் வாய்ந்த அக்ஸ்மின்ஸ்டரில் அடுக்கு மிகவும் ஆழமாகப் பாய்ந்து தாங்கு துணியில் நெகிழ்வைக் கூடுதலாக்குகிறது.

இதனால் 1 ச.செ.மீட்டருக்கு 24 கொண்டைகள் வரை அமைக்க இயலும். மலிவான வகைகளில் குறைந்த எண்ணிக்கையில் கொண்டைகளும், குட்டையான அடுக்கும், விறைப்பான அடித்தளமும் இருக்கும்.

செனைல். வீட்டில் பயன்படும் துப்பட்டி வகைகளுள் விலையுயர்ந்தது செனைலாகும். அடுக்கு ஆழம், வடிவமைப்பு, நிறக் கலப்பு, அகலம் ஆகிய அனைத்து இயல்புகளிலும் பரந்த வரம்பு வாய்ப்புகள் இங்கு உள்ளன. இச்செயல்முறையில் மடிப்போ, தையலோ சிறிதுமற்ற, 9 மீ. அகலத் துப்பட்டியை உருவாக்க இயலும். 25 மி.மீ. வரை உயரமான அடுக்குகளை அமைக்கலாம். கனமான மெத்தை அடித்தளத்துடன் இவ்வளவு உயரமான அடுக்குகளையும் இணைக்கும்போது மிக மென்மையான, நெகிழத்தக்க, திடமான துப்பட்டி கிடைக்கிறது. நெசவு வகைச் செனைல் அமைப்புக்கு இரு தனித் தறி இயக்கங்கள் தேவை. முதலில் பருத்திப் பாவு நூல்களுடன் லெனோ குறுக்கு நூல்களைக் கொண்டதொரு போர்வையில் முறுக்கப்பட்ட நிரப்பு நூல்கள் நெய்யப்படுகின்றன. மற்றோர் எந்திரம் இந்நிரப்பு நூல்களைப் பாதி உயரத்திற்கு வெட்டி, மென் மயிர்த் தோலாலான (furry) பட்டைகளை உருவாக்குகிறது. புழுவைப் போன்ற இப்பட்டை அழுத்தத்தால் V வடிவமைக்கப்படுகிறது. தனி முனைகள் இணைக்கப்பட்டு ஒரு தொடர் சங்கிலி உருவாக்கப்படுகிறது. மற்றொரு தறியில் இச்சங்கிலி நிரப்பு நூலாக ஈடுபடுத்தப்பட்டு இறுதியாகத் துப்பட்டி நெய்யப்படுகிறது.

நன்கு வடிவமைக்கப்பட்ட செனைலில் உயர் வகை நூலும், நெருக்கமான, உயரமான அடுக்கும் இடம் பெறுகின்றன. செனலைப் போன்ற வடிவமைப்பும் இரு புறமும் ஒரே தோற்றமும் கொண்ட துப்பட்டிக்கு ஸ்மிர்னா எனப் பெயர்.

பிரசல்ஸ். இது ஜாக்வர்டு தறியில் நெய்யப்பட்ட முதல் துப்பட்டி பரப்பின்மீது அமைக்கப்படும் வளையங்களைத் தொகுக்கும் கம்பிகளில் வெட்டும் அமைப்புகள் இராமையால் இது வில்டனினின்றும் வேறுபட்டது. கம்பிகளில் பின்னுக்கு இழுக்கப்படும்போது அடுக்கு செங்குத்தான வளையங்களாக எழும்பி நிற்கிறது. அடுக்குத் தயாரிப்பில் நன்கு முறுக்கேற்றப்பட்ட நூல்கள் பயன்படுவதால் உழைப்புமிக்க துப்பட்டியைத் தயாரிக்க முடிகிறது. மிகத் தரமான பிரஸ்ஸல்ஸ் நெய்வதற்கு 5 சட்டங்களும், 10 செ.மீட்டருக்கு 35 கம்பிகள் என்னும் நெருக்கமும் தேவைப்படுகின்றன.

வெல்வெட் (சூரியகாந்திப் பட்டு). இது அடுக்கு நெசவுகளிலேயே எளிமையானது. இவ்வமைப்பில் அடித்தளத்தில் ஊடுருவும் வளைய நூல்கள் இல்லை. பிந்தைய கட்டத்தில் அச்சிடப்படும்போது சாயம் சமச்சீராகப் பரவத்தக்க, சமச்சீர்மை கொண்ட ஒரேயோர் உயர் வகை நூல் பயன்படுகிறது. இத்துப்பட்டியைத் தயாரித்த பின்பு வடிவமைப்புகள் அச்சிடப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் அச்சிடப்பட்ட நூல்களை நெசவுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மிக விரைவாக நெய்வதற்கு வாய்ப்புள்ளமையால் வெல்வெட் துப்பட்டி மலிவானது; இதற்குச் சாதாரண தறி போதுமானது. முறுக்கப்பட்ட நூல்களைப் பயன்படுத்தினால் முறுக்கேறிய வெல்வெட்டுகள் உருவாகும். கோந்து கொண்டு கஞ்சியிடப்பட்ட (sized) சணல் இழைகளை வார்ப்பு நூல்களாகத் திணித்தால், துப்பட்டியின் விறைப்புத் தன்மை கூடும். நல்ல தரமான வெல்வெட் துப்பட்டியில் ஆழப்பதிந்த அடுக்கும், 1 ச.செ.மீட்டருக்கு 12 கொண்டைகள் என்னும் அடர்த்தியும் இருக்கும்.

சித்திரத் தொங்கல் துப்பட்டி (tapest rug). சாதாரண தறியில் நெய்யப்படும் இத்துப்பட்டி பிரசல்ஸ் வகையை ஒத்திருக்கும். ஒரேயொரு பாவு நூல் மட்டுமே தேவைப்படும் இத்துப்பட்டியில் ஒவ்வொரு 10. செ.மீட்டருக்கும் 32 கம்பிகள் இருக்கும். நீண்ட காலம் உடுத்துவதற்கோ, கனமான தேவைக்கோ இது ஏற்றதன்று. குறைந்த விலையில் ஓரளவு திடமான துப்பட்டி தேவைப்பட்டால் இவ்வகையை வாங்கலாம்.

பளபளக்கும் துப்பட்டி (sheen type). வில்டன், அக்ஸ்மின்ஸ்டர், வெல்வெட் ஆகிய துப்பட்டி வகைகளைக் குளோரின் கரைசலில் நனைத்து எடுத்தாலோ, செயற்கை இழைகளைத் துப்பட்டியில் கலந்தாலோ துப்பட்டிக்குப் பளபளப்பு ஏறும்.

கீழ்த்திசைத் துப்பட்டிகள் (Oriental rugs). இவை தொன்றுதொட்டுக் கீழ்த்திசை நாடுகளில் தயாரிக்கப்பட்டு வந்த துப்பட்டி வகையாகும். 1800 ஆம் ஆண்டுக்கு முன்பு தயாரிக்கப்பட்ட கம்பளிகள் தற்போது விற்பனைக்குக் கிட்டா; அவை யாவும் அருங்காட்சியகங்களில் மட்டுமே உள்ளன. அவற்றின் தொல்பொருள் தன்மைக்காக அவை விலையுயர்ந்தனவாகவும், விலைமதிப்பற்றனவாகவும் கருதப்படுகின்றன. அவற்றைத் தயாரித்த நாடு அல்லது பகுதிகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பெர்சியன், டர்கிஷ், காகாசியன், டர்கோமன், இந்திய மற்றும் சீனா என ஆறு வகைகள் அறியப்பட்டுள்ளன. நெசவு, வளைய முடிச்சு ஆகியவற்றிலுள்ள வகைகளின் அடிப்படையில் இவை மேலும் உட்பிரிவுகளாக்கப்படுகின்றன. ஆசியத் துப்பட்டித் தயாரிப்பில் செயல்படுத்தப்படும் முடிச்சுகளில் பின்வரும் இரு வகையுண்டு. பெர்சிய அல்லது சென்னா முடிச்சு என்பது ஒரு முறுக்கு அல்லது போர்வையைப் போன்றது. டார்கிஷ் முடிச்சு என்பது இன்று பரவலாக வழக்கிலுள்ள வகையாகும்.

தறையாணித்தலை (rivet head), டுர்காம் (durcam) வண்ணக் கொண்டை (colour tuft), ஆம்னிபாய்ன்ட் (omnipoint) ஆகியன துப்பட்டித் தயாரிப்பில் புகுத்தப் பட்டுள்ள சில நவீன எந்திர முறைகளாகும்.

தறையாணித் தலை. ஸ்டான்லி சாராக் எனும் ஆஸ்திரிய நாட்டுப் பொறியியலாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இவ்வமைப்பில் ஓர் உட்குழிவு கொண்ட ஊசியால் அடித்தளத் துணியில் தீர்மானிக்கப்பட்ட நீளத்திற்கு நூலைப் புகுத்தி அடுக்கு உருவாக்கப்படுகிறது. அடுக்கு, அடித்தளத் துணியிலிருந்து சற்றே துருத்திக் கொண்டிருக்கும். ஊசியை மீண்டும் எடுக்கும்போது அடித்தளத் துணியின் நெருக்குதலால் அடுக்கின் முனை பெருத்து ஒரு தறையாணியின் தலையைப்போல் தோற்றமளிக்கும். இதனை நிலைப்படுத்தும் நோக்கத்துடன் ரப்பர் பால் அடுக்கின் மீது தெளிக்கப்படுகிறது. கொண்டைகளை இணைக்கும் இழைபுரி தவிர்க்கப்படுவதால் மொத்தத்தில் நூல் தேவை 10 - 15% ஆகக் குறைக்கபபடுகிறது. பல நிறங்களில் ஒவ்வொன்றையும் ஒவ்வோர் ஊசியால் இயங்கச் செய்யும் மின்னணு வகை எந்திரததிற்கு வடிவமைப்புப் பாணியை மாற்றி, தேவையான வடிவமைப்பைத் துணியின்மீது பெறலாம்.

டுர்கம். 1973இல் புகுத்தப்பட்ட இம்முறையால் தார்க்குழல், அக்ஸ் மின்ஸ்டர் வகையையொத்த துப்பட்டிகளைத் தயாரிக்கலாம். ஆனால் அடுக்கின் உயரம் 14 மி.மீட்டருக்கு மேற்படாது. உருவாகும் சித்திரத் தொங்கலமைப்பை 15 மாறுபட்ட வண்ண நூல்களைக் கொண்டு தயாரிக்கின்றனர். இவ்வெந்திரம் தனி நூல்களைச் சிறு துண்டுகளாக வெட்டி, V-வடிவில் வளைத்து உருவாகும் கொண்டைகளை அழுத்தி, பாலிவினைல் குளோரைடு பிளாஸ்சால் என்னும் கோந்தினால் பூசப்பட்ட அடித்தளத்தில் இருத்த வேண்டும். குறைந்த அளவே நூல் தேவைப்படுவதாலும், கருவிகள் விலை குறைவாக உள்ளமையாலும் அக்ஸ்மின்ஸ்டர் வகையைவிடக் குறைந்த செலவில் டுர்கம் எந்திரத்தை இயக்கலாம்.

வண்ணக் கொண்டை. பல ஊசித் தண்டுகளையும், தனி ஊசித் தேர்வு அமைப்பையும் கொண்டு ஒரே கொண்டை வரிசையில் பல வண்ண அடுக்கு நூல்களைப் புகுத்தலாம். எந்தப் பன்னிற வடிவமைப்பையும் உயர் மற்றும் வளைய அடுக்கில் உருவாக்கலாம். வில்டனையொதத தோற்றம் கொண்ட துப்பட்டியை இச்செயல்முறை மூலம் தயாரிக்கலாம்.

ஆம்னிபாயிண்ட் முறை. இவ்வெந்திரத்தில் கிடைமட்டத்தில் நெளிவுசுளிவு கொண்ட கொண்டை வரிசைகளை அமைக்கவல்ல இரண்டு ஊசித் தொகுதிகள் உள்ளன. இதன் விளைவாக ஓர் ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட வடிவத்தோற்றம் பெறப்படுகிறது. நேரடியாக நூலைச் செலுத்தும் ஓர் ஊசித்தொகுதி அடிப்படைக் கொண்டைகளை உருவாக்குகிறது. பிறிதோர் ஊசித் தொகுதி, ஓரிரு நிற நூல்களைக் கொண்டு வடிவமைப்பை அடித்தளத்தில் தைக்கிறது. மூன்று மாறுபட்ட நிறங்களைக் கொண்ட நூல்களால் ஏழு மாறுபட்ட வண்ணச் சாயல்களைப் பெறலாம். கொண்டை உருவாக்கும் ஊசிகளின் விசையைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒளிமின்வழி வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பைப் பயன்படுத்தி எண்ணிலா அடுக்கு உயரங்களை உருவாக்கலாம்.

ஊசி குத்தும் முறை (needle punching)**.** இது ஒரு நெய்யாத் துணி உருவாக்கும் முறையாகும். பாலி புரொப்பிலீன் போன்ற வெப்பத்தால் இளகவல்ல பல்லுறுப்பியால் கம்பளி தயாரிப்பதற்கு இது ஏற்ற முறையாக அறியப்பட்டுள்ளது. இக்கம்பளி கரடுமுரடாகவும் விறைப்பாகவும் உள்ளமையால் வெளிப் பயன்பாட்டில் மட்டும் ஈடுபடுத்தப்படுகிறது. இவ்வுத்தியில் டிலோ ஊசி குத்தும் எந்திரம் பயனாகிறது.

தையல் வழி ஒட்டுவிப்பு முறை (stitch bonding)**.** 'மாலி' உத்தியைக் கொண்டு சூஸ்பூல் எனும் எந்திரத்தைப் பயன்படுத்திக் கம்பளி தயாரிக்கும் முறை இது. இவ்வெந்திரம் நுரை வகைப் பற்றுப் பொருளாலான அடித்தளத்தை அமைத்து, அதன்மீது வளைய அடுக்கைத் தைக்கிறது. இவ்வளைய அடுக்கின் உயரம் 12.5 மி.மீ. வரை இருக்கும்.

பின்னல் வழிமுறை. அடித்தளத்திற்கான நூல், தையல் நூல், அடுக்கு நூல் ஆகிய மூன்றையும் ஒன்றாக வளையமாக்குவதற்கு மூன்று ஊசித் தொகுதிகள் பயன்படுத்தினால்தான் பின்னல் முறையில் துப்பட்டித் தயாரிக்க முடியும். நைலானாலான அடித்தளம் ஒரு சங்கிலித் தையல் மூலமாக அமைக்கப்படுவதால் நீட்சித் தகைவை எதிர்த்து நிற்கும். இச்சங்கிலித் தையல்களை ஒன்றாக இணைப்பதற்குத் தேவைப்படும் ஊடு இடையீட்டை இரண்டாம் நூலினால் உருவாக்கலாம். அடித்தளத்திற்கு ரப்பர் பால் பூச்சு அளித்துத் தடிப்பாக்கலாம். பின்னல் எந்திரத்தில் சிறு மாற்றங்களைப் புகுத்தி அடுக்குகளை வெட்டிய வடிவங் களாகச் செய்ய இயலும்.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

துப்பாக்கி

காண்க: கைத் துப்பாக்கி

துப்புரவுப் பொறியியல்

நல வாழ்விற்குத் தூய்மையான சுற்றுப்புறச் சூழல் மிகவும் இன்றியமையாதது. ஆதலால் கழிவு நீர், மழைநீர், கழிப்பறைக் கழிவு ஆகியவற்றைச் சிறந்த முறையில் திறம்பட அகற்ற வேண்டும். அதற்குத் திறன்மிகு கழிவு அகற்றும் முறை தேவை. இது விரைவாகவும், பாதுகாப்பாகவும் நிறைவளிக்கும் வகையிலும் அனைத்து இடங்களிலிருந்தும் கழிவுகளைச் சேமித்து அவற்றைச் சீராகக் கடத்திச் செல்லவும், முழுமையாக அகற்றவும் உரிய அமைப்பாகச் செயல்பட வேண்டும். இவ்வமைப்பைத் திட்டமிட்டு அமைக்கும் பணியே துப்புரவுப் பொறியியல் (sanitary engineering) ஆகும்.

துப்புரவுப் பொறியியல் பணியினைக் கழிவுகளைச் சேமிக்கும் பணி, கேடு விளைவிக்காமல் தூய்மைப்படுத்தும் பணி, முழுமையாக அகற்றும் பணி என மூன்று அடிப்படைப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். கழிவுகளைச் சேமிக்கும் பணியில் திண்மப் பொருளாக உள்ள கழிவுகளைச் சேமிக்கும் பணியும் நீர்மப் பொருளாக உள்ள கழிவுநீரைச் சேமிக்கும் பண்பும் அடங்கும்.

தூய்மைப்படுத்தும் பணியில் குடிநீர்ப்பகிர்வினை மாசுபடாமல் தடுக்கும் பணியும், உணவுப் பொருள், நீர் நிலைகளில் வாழும் மீன் போன்ற உயிரினங்கள் அழிந்துவிடாமல் தடுக்கும் பணியும், குடிநீரிலும் பொது நீர்நிலைகளிலும் நோய் நுண்ணுயிரிகள் தொற்றிப் பரவாமல் தடுக்கும் பணியும், காற்று மாசுபடாமல் தடுக்கும் பணியும், அருவெறுக்கத்தக்க தூய்மையற்ற இடங்கள் உருவாகாமல் தடுக்கும் பணியும் அடங்கும்.

முழுமையாகக் கழிவுகளை அகற்றும் பணி பல பகுதிகளாகச் செயல்படக்கூடியது. தூய்மைப்படுத்தும் பணியில் கழிவுப்பொருள்கள் பலவிதத் துணைக்கருவிகளின் மூலம் மாற்றம் அடைந்த பின்னர் எஞ்சிய கழிவுகள் விவசாய நிலத்திற்குப் பயன்படுத்துவதற்காக அகற்றப்படலாம் அல்லது கழிவு நீர் தூய்மைப்படுத்தும் பணியில் நுண்ணுயிரிகள், மாசுகள் நீக்கப்பட்ட பின்பு பெரிய நதிகள் அல்லது கடலில் கலக்குமாறு செய்யலாம். கழிவுப்பொருள்கள் ஒரே இடத்தில் குவிந்து அவ்விடத்தில் நலவாழ்வுக் கேடு அடைவதைத் தடுப்பதும், கொசு, ஈயினால் நோய் நுண்ணுயிரிகள் தொற்றுவதை ஒழிப்பதும், தூய்மையைக் காப்பதும், கழிவு நீரைக் கடல் அல்லது நதிகளில் கலக்கும் முன்பு அதிலுள்ள நச்சுத்தன்மையையும், வேதித் தன்மையையும் அகற்றுவதும் இப்பணிகளுள் அடங்கும்.

துப்புரவுப் பொறியியலில் உலர்முறை, நீர் மூலம் அகற்றும் முறை என இருவகையுண்டு. உலர்முறை என்பது கழிப்பறைக் கழிவுகளைத் தனியாகப் பிரித்துத் திண்மப் பொருள்களான மலத்தைத் துப்புரவுப் பணியாளர் மூலம் எடுத்துச் செல்வதும், கழிவு நீரை நிலத்தினடியில் செல்லுமாறு அமைப்பதும் ஆகும். நீர் மூலம் அகற்றும் முறை என்பது நவீன கழிப்பறைகள் அமைத்து அனைத்துக் கழிவுகளையும் நீரினால் குழாய்களின் வழியே கொண்டு செல்வதாகும்.

உலர்முறையில் செலவும், நீக்கப்படும் கழிவுகளும் குறைவு. மழைநீர் குழாய்களைக் குறைந்த பராமரிப்புச் செலவில் சிறிய அளவில் அமைத்தால் போதுமானது. கழிவுநீருக்கும் மழை நீருக்கும் தனித்தனியாகக் குழாய்கள் அமைக்க வேண்டியிருக்கும். மலக் கழிவுகளைச் சேமித்து அழிப்பது அருவெறுப்பான கெடுமணமுடைய பணியாகும். மேலும் அதற்கு மிகுதியான இடம் தேவைப்படும்; நோய் நுண்ணுயிரிக் கிருமிகளை உற்பத்திச் செய்யும் வாய்ப்பும் பெருகுகிறது; துப்புரவுத் தொழிலாளர்களின்றி நடைமுறைப் படுத்த இயலாது; நிலத்தடி நீர்கெட்டுப் போகும் வாய்ப்பும் மிகுதி.

நீர் எடுத்துச் செல்லும் தூய்மைமிகு நவீன கழிப்பறை முறையில் மனிதப் பணி தேவையில்லை. கழிப்பறையின் சுற்றுப்புறங்களும், இல்லங்களும், தூய்மையாகவும் கெடுமணமற்றும் இருக்கும்; பெரிய அளவிலான கழிவுநீர் அகற்றும் குழாய் ஒன்று போதுமானது; இடமும் குறைவாகவே தேவைப்படும்; கழிவுநீர் தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட பின்னர் ஏதாவது ஒரு வகையில் பயன்படக்கூடும். ஆனால் நவீன முறையினால் கட்டுமானச் செலவும் பராமரிப்புச் செலவும் மிகுதியாகும். சுத்திகரிக்கும் இடத்தில் பெரிய கருவிகளும் புதிய முறைகளும் கையாளப்படவேண்டும். கழிவு நீர்ப்பாதைகளின் அமைப்பு பெரும்பாலும் பல்வேறு அளவுகளிலுள்ள குழாய்களை இணைத்து அமைக்கப் படுகிறது. இக்குழாய் அமைக்கும் முறைகளிலும் பின்வரும் சில வழிமுறைகள் உண்டு. அவை மழைநீர், கழிவுநீர் இரண்டையும் தனித் தனியே எடுத்துச் செல்லும் முறை; இரண்டையும் சேர்த்தும் எடுத்துச் செல்லும் முறை என்பன.

தனித்தனியே எடுத்துச் செல்லும் முறை. மொத்தக் கழிவுப் பொருள்களையும் ஒரே இடத்தை நோக்கி எடுத்துச் செல்ல இம்முறை ஏற்றது, புவிஈர்ப்பு விசையினால் கழிவுநீர் தாமாகவே ஓடி செல்லும் வகையில் நில அமைப்பு இருந்தால் இம்முறை ஏற்றது; மிகப் பெரிய குழாய்கள் அமைக்க இயலாத

இடங்களிலும், குழி வெட்ட முடியாதவாறு பாறைகளாக உள்ள இடங்களிலும் இம்முறை சிக்கலானது, நகர வளர்ச்சிக்குப் பின்னர் முன்பே இருந்த ஒரு குழாயைக் கழிவுநீர்க் குழாயாகவும், மழைநீர் அகற்றும் குழயாகவும் அமைக்க முடியும்.

இரண்டையும் சேர்த்து எடுத்துச் செல்லும் முறை. குறுகிய இடங்களிலும், இரண்டையும் நீர் எக்கி உதவியால் அகற்ற வேண்டிய இடங்களிலும் இம்முறை சிறந்தது. ஒரு பகுதி மழைநீருக்கும் சேர்த்து எடுத்துச் செல்லும் முறை மிகக் குறைந்த காலம் மட்டுமே மழை பெறக்கூடிய இடங்களுக்கு ஏற்றது.

மேற்காணும் மூன்று முறைகளையும் பற்றி முடிவெடுக்க அந்த இடத்தில் மழைநீர் அளவு, சராசரி மிகையான நீரோட்ட விகிதம், அவ்விடத்தில் வசிக்கும் மக்களின் அன்றாடப் பழக்கவழக்கங்கள், பராமரிக்கும் தன்மைகள், பொருளாதார வசதிகள், பொறியியல் வளர்ச்சி ஆகியவை முழுமையாக அறியப்பட வேண்டும். மூன்று முறைகளிலும் உள்ள குறை, நிறைகளைக் கீழ்க்காணுமாறு கூறலாம்.

தனித்தனியே எடுத்துச் செல்லும் முறையின் நிறைகள். கழிவுப் பொருள் அளவு மிகக் குறைவாக இருக்கும். இச்சிக்கனமான முறையில் தூய்மைக்கேடு குறையும்.

குறைகள். தூய்மைப்படுத்த மிகுதியான வேகத்துடன் நீர் செலுத்த வேண்டியிருக்கும். பல இடங்களில் நீரைச் செலுத்தித் தூய்மைப்படுத்தும் அமைப்புகள் கட்ட வேண்டும். மழைநீர், கழிவு நீர் குழாயினுள் வந்து சேர்வதற்கு வாய்ப்பு மிகுதி. பராமரிப்புச் செலவு மிகுந்த இம்முறையில் குறுகலான இடங்களில் பழுது பார்ப்பதற்கு மிகவும் கடினம்.

சேர்த்து எடுத்துச் செல்லும் முறையின் நிறைகள். தானே தூய்மைப்படுத்தும் முறையில் கூடுதலாகத் தூய்மைப்படுத்தும் அமைப்புகள் கட்டவேண்டியதில்லை. மழைநீரும் சேர்ந்துவிடுவதால் கழிப்பறைக் கழிவுகள் மிகுதியான நீருடன் சேர்வதால் சுத்திகரிக்கும் செலவு குறைவு. குழாய்கள் அமைக்கும் பணியும் கட்டட வேலையும் எளிதாக இருக்கும். ஒரே குழாயாக உள்ளமையால் பழுதுபார்ப்பது எளிது. நிலத்தடியில் செல்லும் குழாய்களின் எண்ணிக்கையும் குறையும்.

குறைகள். இதில் தொடக்கச் செலவு மிகுதி. மழைநீர் மிகக் குறைவாக உள்ள இடங்களில் இம்முறை ஏற்றதன்று. முழுவதும் மின்சார எக்கி மூலம் வெளியேற்றப்பட வேண்டிய இடங்களுக்கும் ஏற்றதன்று, மிகுதியான மழைக்காலத்தில் இக்குழாய்கள் நிரம்பி வழிவதால் சுகாதாரத் தூய்மைக் கேடு விளையும்.

ஒரு பகுதி மழை நீரைச்சேர்த்து எடுத்துச் செல்லும் முறையில் நிறைகள். இதில் ஓரளவு நடுத்தர அளவிலான குழாய்கள் போதுமானவை. வீடுகளில் ஒரு குழாய் மூலம் மழைநீரும் கழிவு நீரும் சேர்ந்து வெளியேற்றப்படும். தூய்மைப்படுத்த அதிக நீர் அமைப்புகள் தேவையில்லை.

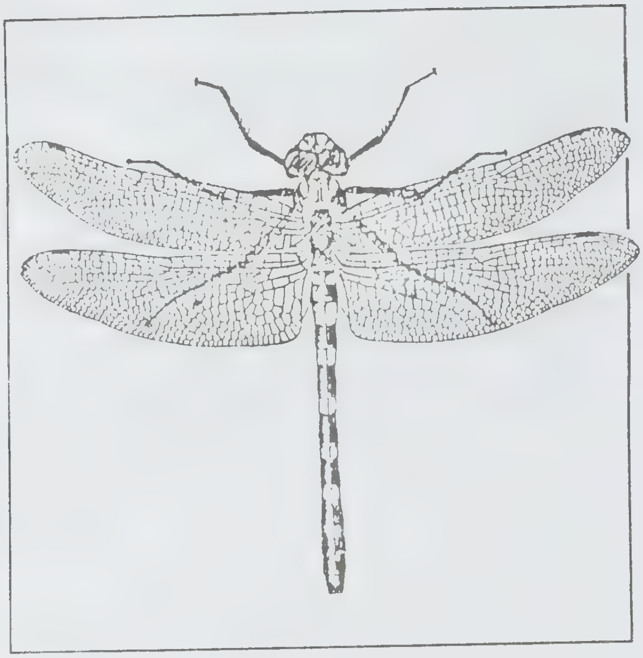
குறைகள். இதில் மிகுதியாக மின்சார எக்கி பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும். ஆதலால் செலவு மிகும். நிறைந்து வழியும் வாய்ப்பு மிகுதி. கோடைக் காலங்களில் தானாகத் தூய்மை அடைவதில்லை. இவ்வாறு எடுத்துச் செல்லப்படும் கழிவுப் பொருள்கள், அவற்றின் நச்சுத் தன்மைகள் நீக்கப்பட்டுப் பின்னர் தூய்மைப்படுத்தப்பட்டுக் கடல் அல்லது நதிகளில் சேர்க்கப்படக்கூடிய நீர் மட்டும் சேர்க்கப்படும். எஞ்சிய பொருள்கள் உலர வைக்கப்பட்டு உரமாகப் பயன்படுகிறது அல்லது எரிக்கப்பட்டு அழிக்கப்படுகிறது.

- ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

தும்பி

இது ஒடோனேட்டா என்னும் வரிசையில் அன்னய்சோப்டிரா துணை வரிசையைச் சார்ந்ததாகும். வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் மிகுந்து காணப்படும் தும்பி பெரிதாகவும், நல்ல வண்ணங்களைக் கொண்டும் விளங்கும். அனைத்து இனத்தும்பிகளும் சூரிய ஒளியினை விரும்பக் கூடியனவாகும். தும்பி பிற உயிரினங்களைக் கொன்றுண்ணும் (predatory) வகையைச் சார்ந்தது. இது கொசுக்களை உணவாகக் கொள்வதால் கொசுப்பருந்து (mosquito hawk) என்றும், ஊசி போன்ற வடிவத்தில் உள்ளமையால் ஊசித்தும்பி (darning needle) என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

உடலமைப்பு. இதன் உடலைத்தலை, மார்பு, வயிறு என மூன்று பெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். தலைப்பகுதியில் இரண்டு பெரிய கூட்டுக் கண்களும் (compound eyes), இரண்டு மிகச் சிறிய உணர்நீட்சிகளும் (antennae) காணப்படுகின்றன. மார்புப் பகுதியில் ஆறு கால்கள் உள்ளன. இக்கால்கள் நடந்து செல்வதற்கு ஏற்றவையல்லவெனினும் மெதுவாகத் தொற்றி ஏறுவதற்குப் பயனாகின்றன. இரண்டு இணையான, மெல்லிய தோலிலான, நீளமான ஒளி ஊடுருவக் கூடிய இறக்கைகள் காணப்படுகின்றன.



படம் - தும்பி (*Austrophoabia*)

புறத்தோற்றம்

தும்பின் கீழிறக்கை, மேலிறக்கையைவிடச் சற்றுப் பெரியதாகக் காணப்படுகிறது. இத்தன்மை இனத்திற்கு இனம் மாறுபடும். தும்பி ஓய்வு நேரங்களில் இறக்கைகளைக் கிடைமட்டமாக வெளிப்புறம் நோக்கி வைத்திருக்கும். இறக்கைகள் மார்புப் பகுதியில் உள்ள தாடைகளோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தும்பி நன்கு பறக்கக்கூடியது. ஆஸ்ட்ரோ.ஃபிலிபியா (*Austrophlebic*) என்னும் தும்பி ஒரு மணிநேரத்திற்கு 100 கி.மீ. வேகத்தில் பறக்கக்கூடியது. அனைத்து இனத்தும்பிகளும் பெரும்பாலும் பகல் நேரத்தில் தான் பறக்கின்றன. ஆனால் கிழக்குப் பகுதிகளில் வாழ்கின்ற தும்பிகள் மட்டும் மாலை நேரத்தில் பறக்கின்றன.

சிறப்புப் பண்புகள். இதன் தலைப் பகுதியில் மிகப்பெரிய கூட்டுக்கண்கள் காணப்படுவதும் ஆண்தும்பிகளுக்கு வயிற்றுப் பகுதியில் துணை இனப்பெருக்க உறுப்புக் (genital organ) காணப்படுவதும் குறிப்பிடத்தகும். துணை இனப்பெருக்க உறுப்பு, விந்தணுக்களைச் (sperm) சேமித்து வைப்பதற்கு உதவும்.

உணவு முறை. அனைத்து இனத்தும்பிகளும் அவற்றின் இளவுயிரிகளையும் கொன்றுண்பவை. இவற்றின் வாயுறுப்புகள் நன்கு வளர்ந்துள்ளன. பொதுவாகத் தும்பிகள் பகல் நேரத்தில் உணவு உட்கொள்கின்றன. சில தும்பிகள் மாலைப் பொழுதில் உணவு உட்கொள்கின்றன.

இனப்பெருக்கம். இனப்பெருக்கத்தின்போது பெண் பூச்சிகள் முட்டைகளை நீரின் அருகிலோ நீரிலோ வெளியிடுகின்றன. சில இனத்தும்பிகள் ஆழமற்ற இடத்தின் மேற்பரப்பில் சற்று நேரம் சிறகடித்துப் பறந்தபின் அடிவயிற்றை மண்ணில் உட்செலுத்தி முட்டைகளை வெளியிடுகின்றன. இளவுயிரிகள் குளங்களின் அடிப்பரப்பில் வளைகளைத் தோண்டியோ நீர்த்தாவரங்களின் இலைகளிலோ வசிக்கின்றன. இவ்விளவுயிரிகள், செவுள்கள் (gills) மூலம் சுவாசிக்கின்றன. தும்பிகளின் இளவுயிரிகள் நீரில் காணப்படுகின்ற பூச்சிகளையும், பிற இளவுயிரிகளையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. இவை 1- 3 ஆண்டுகள் இளவுயிரியாகவே நீரில் வாழ்கின்றன. சில இனங்களில் 5 ஆண்டுகள் இந்நிலை காணப்படும்.

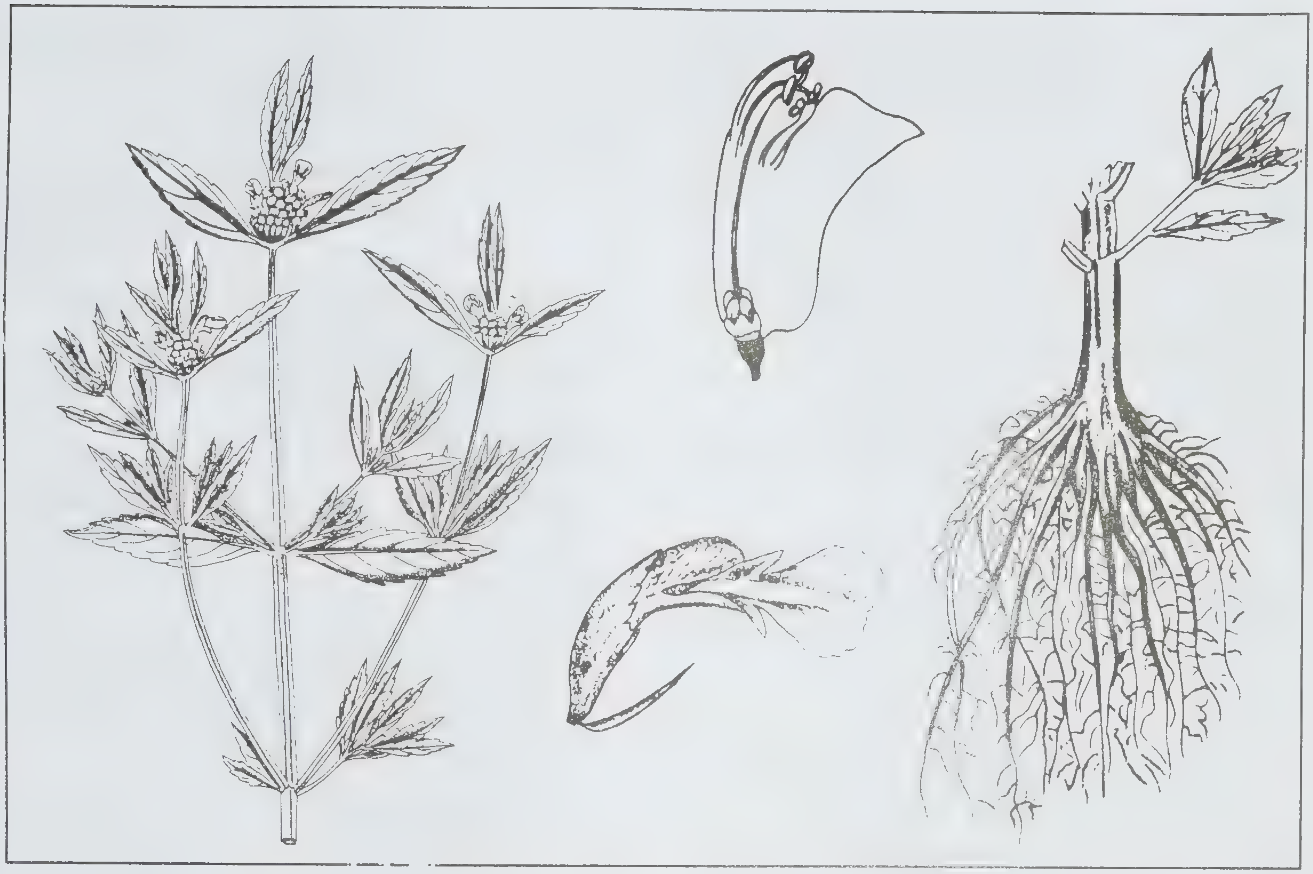
பயன். தும்பி மனிதனுக்கு எவ்விதத் தீமையும் விளைவிப்பதில்லை. இதன் இளவுயிரிகள் நீரில் வாழ்கின்ற நோய்ப் பரப்பும் ஈக்களின் இளவுயிரிகளையும் முதிர்ந்த பூச்சிகளையும் கொசுக்களையும் உணவாகக் கொள்வதால் இப்பூச்சிகள் நோய்களை மறைமுகமாகத் தடுக்க ஓரளவு உதவுகின்றன.

- தி.கண்ணப்பன்

துணைநூல். O.W.Richards and R.G. Davles, *Imm's General Text Book of Entomology*, Tenth Edition, Chapman and Hall Publishers, New York, 1977.

தும்பை

இதனைத் துரோணம் என்றும் குறிப்பதுண்டு. தும்பைச் செடியைப் பெரும்பாலும் வறட்சியான பகுதிகளில் கூட்டமாகக் காணலாம். இப்புன்செய் நிலக்களைச்செடி வரப்பு, தரிசு நிலம், சாலையோரங்களில் மழைக்குப் பின்பு தோன்றுகிறது. ஆனால் இதனை நீர்த் தேங்கும் பகுதிகளில் காணவியலாது. சமவெளியில் மிகுந்திருக்கும் தும்பையின் தாவரப் பெயர் லியூகாஸ் ஆஸ்பெரா (*Leucas aspera*) என்பதாகும். லேமியேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இச்செடியில் வெள்ளைப் பூக்கள் தோன்றும். பலவித வண்ணத்துப் பூச்சிகள் இப்பூவில் தேனை உறிஞ்சி அருந்தும். இச்செடியை இந்தியா முழுதும் காணலாம். கரிசல் நிலங்களைவிடச் செம்மண் நிலங்களில் மிகுதியாக இக்களைச் செடி காணப்படும்.



தும்பை (*Leucas aspera*)

செடி. தும்பை பரவிக் கிளைத்து 45 செ.மீ. உயரம் வளரும் ஒரு பருவச் செடி. இதன் தண்டு சதுர வடிவில் இருக்கும். நான்கு பக்கங்களிலும் பள்ளமும் அதில் எண்ணற்ற சிறு மயிரிழைகளும் இருக்கும். தனி இலைகள் எதிரடுக்கில் தோன்றியிருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் இல்லை; இலைக்காம்பு சிறியது; இலைப்பரப்பு குறுகியிருக்கும். இலைகள் ஈட்டி வடிவில் நீளத்தில் முழுமையான விளிம்பையோ ஆங்காங்கே பற்கள் போன்று பிளவுபட்ட விளிம்பையோ கொண்டிருக்கும். பூக்கள் வெண்மையாகக் காம்பற்று, கூட்டமாக இருக்கும். இவை இலைக் கோணத்திலோ செடி நுனியிலோ காணப்படும். பூவடிச் செதில் நீண்டு ஓரத்தில் சிறுசிறு மயிரிழைகளையும் நுனியில் ஓர் உறுதியான மயிரிழையையும் பெற்றிருக்கும். புல்லி வட்டக் குழலின் வாய்ப்பகுதி ஒத்திராமல் முக்கோண வடிவமாக இருக்கும்.

இணைந்த ஒழுங்கற்ற அல்லி வட்டம் காணப்படும். மேலிரண்டு அல்லிதழ்கள் இணைந்து குடை போன்றும், மூன்று அல்லிதழ்கள் கீழே இணைந்து உதடு போன்றுமிருக்கும். எனவே இவ்வல்லிவட்டம் ஈருதடு அல்லி எனப்படுகிறது. மேலுதடு மகரந்தக் கேசரங்களை மூடியிருக்கும். 4, 5 ஆம் மகரந்தக் கேசரம் மலட்டுக் கிளையாகக் குறைந்திருக்கும். மேல்மட்டச் சூல்பை, 4 சூலறைகளாகப் பிரிந்திருக்கும். கனியில் 4 பழுப்பு நிற வழவழப்பான நீள சதுர வடிவச் சிறு கொட்டைகள் இருக்கும். விதையின் மேல்பகுதி வட்டமாகவும் உட்பகுதி கோணமாகவும் இருக்கும். தும்பை செப்டம்பர், நவம்பர்த் திங்களில் பூத்துக் காய்க்கும். ஒரு செடியில் 5,000 விதைகளுக்கு மேல் உற்பத்தியாகின்றன. விதைகள் மூலம் இனப்பெருக்கமடையும்; பூக்குமுன் செடிகளைக் களைந்தழித்தல் இச்செடியைக் கட்டுப்படுத்தும் சிறந்த முறையாகும்.

பயன்கள். இது களைச்செடியாக இருந்தபோதும் பூக்குமுன் பிடுங்கிப் பசுந்தழையாகப் பயன்படுத்தலாம். தும்பைக்கு நிறைந்த மருத்துவப் பண்புகள் உண்டு. இது கபத்தை நீக்கி மலத்தை இளக்கும். இலைச்சாறு தலைவலி, சிலேட்டுமநோய், வாதநோய் போக்கும் மாடுகளுக்கு

உண்டாகும் செருமல் நோய்க்குத் தும்பை இலையை இடித்துக் காடியில் சேர்த்துப் புகட்ட வேண்டும். பூச்சாறு நீர்வேட்கை, நீர்க்கோவை, ஜன்னிக்காய்ச்சல் ஆகியவற்றைப் போக்கும். தீராத தலைவலிக்குப் பூவின் சாற்றை இரண்டு துளி மூக்கில் இடலாம். பூச்சாற்றைக் கண்ணில் பிழியக் கண்ணில் விழும் பூ குணமாகும். பூக்களை எண்ணெயிலிட்டுக் காய்ச்சித் தலைமுழுகிவரத் தலைச்சுமை, ஒற்றைத் தலைவலி, நீரேற்றம், மூக்கடைப்பு நீங்கும்: பூச்சாற்றை விடத் தீராத தலைவலி போகும்; இலைச்சாற்றைக் கண்ணில் நாளும் அல்லது 2 அல்லது 3 முறை விட்டுவரக் கண் எரிச்சல், கண்சிவப்புப் போகும். தீராத கீல்வாதத்தைக் குணமாக்கும். தோல் கொப்புளத்திற்கு இலைச்சாற்றைத் தடவலாம். பாம்புக்கடியில் உண்டாகும் மூர்ச்சை தெளியத் தும்பைப்பூச் சாற்றை மூக்கில் பிழியலாம். இலையை உள்ளுக்குக் கொடுத்து இலைச்சாற்றைக் கடிவாயில் தடவ நச்சு நீங்கும்.

தும்பையில் பெருந்தும்பை என்னும் சிற்றினம் உண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் லியூகாஸ் அர்ட்டிகே.ஃ.போலியோ (*L. Urticaefolia*) ஆகும். இச்செடியின் தண்டு 4 பக்கங்களை உடையது. இலைகள் சற்றுப் பெரியவையாக முட்டை அல்லது தலைகீழ் ஈட்டி வடிவில் பற்கள் போன்ற ஓரத்தையும் கூரான நுனியையும் கொண்டிருக்கும். பூக்கள் தொகுப்பாக அமைந்துள்ளன. கிண்ணம் போன்ற பூக்கூட்டத்தின் குறுக்களவு 1.25 செ.மீ. ஆகும். புல்லிக் குழலில் 10 பற்கள் இருக்கும். கீழேயுள்ள 3 பற்கள் நீளமாக நன்கு வெளியே தெரியும். மேலுள்ளவை மிக நுண்ணியவை. அல்லி வட்டம் வெண்மையாகவும் 2 உதடுகளாகவும் காணப்படும். நீளமான கனி உடைந்து 4 கரும்பழுப்பு நிற நீள் முட்டை வடிவ முப்பட்டை விதைகளை வெளிப்படுத்தும். இச்செடியில் பூக்களும் காய்களும் செப்டம்பர் - பிப்ரவரித் திங்களில் உண்டாகின்றன. பெருந்தும்பை ஒரு களைச் செடி. இதுவும் விதை மூலம் பரவுகிறது. இச்செடியை இந்தியாவில் சமவெளிப் பகுதிகளில் காணலாம். வறட்சியான பகுதிகளிலும் தரிசு நிலங்களிலும் மிகுதியாகக் காணப்படும்.

பீத்தும்பை (*L.linifolia*) என்னும் தாவரத்தைத் தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் புல்வெளி, தரிசு நிலங்களில் காணலாம். நேராக வளரும் இச்செடியில் வெண்ணிறப் பூக்கள் காணப்படுகின்றன. பூவடிச் செதில்களும் முனை மழுங்கியவை; ஓரம் முழுமையாகவோ ஆங்காங்கே சிறு சிறு பற்களுடனோ காணப்படும். மிகச் சிறிய காம்புடனும் இருக்கும்.

சிறு தும்பை (*L. rosmarinifolia*) என்னும் செடியின் கிளைகள் பச்சை நிறங்கலந்த பழுப்பு நிறமாயிருக்கும். நீண்ட இலைகள் காணப்படும். புல்லிக்குழல் பற்கள் முக்கோணமாக இருக்கும். குறுகிய இலைகள் கணுவில் கூட்டமாக இருக்கும். இச்செடி சிறு புதர் போன்ற அமைப்புடன் இருக்கும். இதன் பூவடிச் செதில்கள் பெரியவை. இச்செடியை மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளிலும் நீலகிரி மலைப்பகுதிகளிலும் சாலையோரங்களிலும் காணலாம்.

- த. பூபதி
- கோ. அர்ச்சுனன்
- ப. சம்பங்கி

துணைநூல். J.W.Purseglove, *Tropical Crops -Dicotyledons*, ELBS, London, 1977.

துயிலூட்டிகள்

மையநரம்பு மண்டலத்தை ஒடுக்கி உறக்கத்தை உண்டாக்கும் மருந்துகள் துயிலூட்டிகள் (hypnotics) எனப்படுகின்றன.

துயிலூட்டு வலிநீக்கிகள் (narcotic analgesics)**.** இவை சோம்பல் நிலை (drowsiness), உறக்கம் அல்லது ஆழ்ந்த உறக்கத்துடன் கூடிய வலி நீக்கம் ஆகியவற்றை உண்டாக்கவல்லவை (எ-டு. மார்.ஃ.பின், பெத்தடின்).

துயிலூட்டிகள். துயிலூட்டும் அல்லது உறக்கத்தைத் தரும் மருந்துகள் பலவகைப்பட்டவை (காண்க: அட்டவணை) இவை பொது உணர்விழப்பு அல்லது மயக்க மருந்துகள் (general anaesthetics) ஆகும். (எ-டு. எத்தில் ஈதர், ஹாலோத்தேன்).

அமைதி ஊக்கிகள் (sedatives)**.** துயிலூட்டிகளைச் சிறு அளவில் (பொதுவாகத் துயிலூட்ட அளவில் மூன்றில் ஒரு பங்கு) கொடுக்கும்போதோ, மன அமைதியை உண்டாக்கும் அமைதி ஊட்டிகளைக் (tranquillisers) கொடுக்கும்போதோ அவை உறக்கத்தை ஏற்படுத்தாமல் மனத்தெளிவுடன் கூடிய அமைதியை உண்டாக்கும். சில சமயங்களில் உறக்கமும் வரலாம். எனினும் உறக்கத்தை ஏற்படுத்துவதற்கென்று பெருமளவில் சிறப்பாகப் பயன்படுத்தப்படுபவை துயிலூட்டிகளேயாகும்.

இயல்பான உறக்கம் இரு நிலைகளில் நிகழ்கிறது. விரைவு கண்ணசைவு அற்ற உறக்கம் (வி.க.அ. உறக்கம் - Non Rapid Eye Movement sleep-NREM sleep) என்பது கனவு நிகழாத ஆழ்ந்த அமைதியான உறக்க நிலை. இதில் ஏறக்குறைய 60 நிமிடங்களுக்கு இதயத் துடிப்பு, குருதி அழுத்தம், மூச்சு இயக்கம் யாவும் சீராக அல்லது சற்றுத் தாழ்வாக இருப்பதுடன் தசைத் தளர்வும் இருக்கும். விரைவு

கண்ணசைவு உறக்கம் (வி.க.உ. - Rapid Eye Movement sleep - REM sleep) என்னும் உறக்க நிலையில் கண்கள் வேகமாக அசைகின்றன. இதயத்துடிப்பு, குருதி அழுத்தம், மூச்சு இயக்கம் ஆகியவை சீரற்ற நிலையில் இருப்பதுடன் மிகுதியான உடல் அசைவுகளும் தசைத் தளர்வும் இருக்கும். மேலும் கனவுகளும் நிகழலாம். இது ஏறத்தாழ 20 நிமிடங்கள் நீடிக்கும்.

துயிலூட்டிகளை முழுமையாக, மருத்துவமாக உட்கொள்ளும்போது வி.க. உறக்கத்தைப் பெருமளவில் ஒடுக்கும். மருந்தை நிறுத்திய பிறகு எதிர்வினையாக (rebound phenomenon) வி.க. உறக்கம் மிகு அளவில் ஏற்பட்டுக் கொடிய கனவுகள் தோன்றலாம். இவ்வமைதியற்ற உறக்கம் சில வாரங்கள் வரை நீடிக்கலாம். மேலும் வி.க. உறக்கத்தை ஒருவரிடமிருந்து தடைப்படுத்துவதன் மூலம், அவருடைய உணர்ச்சிகள் தாக்கமுற்று மனநோய்களும் தோன்றலாம். எனவே, ஏற்ற காரணமின்றித் துயிலூட்டிகளை பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

பொதுவாக அனைத்துத் துயிலூட்டிகளுக்கும் தாங்குதிறன் (tolerance) ஏற்படுகிறது. அதாவது ஒரு மருந்தைத் தொடர்ந்து ஓர் இயக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தும்போது, நாளடைவில் அதே அளவு இயக்கத்தை உண்டாக்க மருந்தின் அளவை அதிகரிக்க வேண்டிய நிலை ஏற்படும். அனைத்துத் துயிலூட்டிகளும் வேறுபட்ட விகிதத்தில் தேவையான நிலையை (மருந்தடிமைப்பழக்கம்) உண்டாக்கவல்லவை. இது பல சமயங்களில் ஒரு சமூகச் சிக்கலாகவும் உருவெடுக்கிறது. சில காலத்திற்கு மருந்தைக் கொடுக்காமல் விடலாம் என்றாலும், திடீர் நிறுத்த விளைவுகள் (withdrawal symptoms) நேரிடலாம். அவை தூக்கமின்மை, வெறுப்புணர்ச்சி, பரபரப்பு, எரிச்சல், வாந்தி, மனக் கற்பனை, வலிப்பு போன்றவையாகும். இவ்விளைவுகள் நிகழாமல் இருப்பதற்கு, மீண்டும் அவர்கள் மருந்தைப் பயன்படுத்த வேண்டிய நிலை தோன்ற, மருந்தடிமைப் பழக்கம் தொடரும்.

துயிலூட்டிகளின் இயக்க நேரம், அவற்றின் அரைவாழ்வுக் காலம் (half life period) ஆகும் (அதாவது முதலில் உடலில் உள்ள மருந்தின் அளவு பாதி அளவாகக் குறைய எடுத்துக் கொள்ளப்படும் காலம்). மேலும், அவை இயக்கமுள்ள மாற்றப் பொருள்களாக (active metabolites) மாற்றப்படுகின்றனவா என்பதைப் பொறுத்தும் அமையும். அதிக அரைவாழ்வு உள்ள மருந்துகளுக்குத் தொங்கு விளைவு (hangover) (அதாவது, முதல்நாள் இரவு உட்கொள்ளப்பட்ட மருந்தின் இயக்கம் மறுநாள் மாலை வரை நீடித்துச் சோர்வு, எரிச்சல், மங்கிய நிலை போன்றவை உண்டாதல்) மிகுதியும் காணப்படுகிறது.

பெரும்பாலான துயிலூட்டிகள் கல்லீரல்/வளர்சிதைமாற்ற நொதிகளைத் தூண்டி (enzyme induction) கூடவே கொடுக்கப்படும் பிற மருந்துகளின் இயக்கத்தைக் கூட்டவோ, குறைக்கவோ வல்லவை. இதனால் வேண்டாத மருந்து இடைவினைகள் (untoward drug interactions) ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. துயிலூட்டிகளை, நச்சு அளவில் உட்கொள்ளும்போது அவை இதயக் குருதிக் குழாய் மண்டலம், மூச்சு இயக்கங்களை ஒடுக்கி மரணத்தை ஏற்படுத்தும்.

அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள மருந்து வகைகள் யாவும் துயிலூட்டிகளே; ஆயினும் இன்று பயன்படுபவை பென்சோடையசிபின் வகையைச் சார்ந்தவையே ஆகும். இதற்குரிய காரணங்கள் பின்வருமாறு:

பென்சோடையசிபின்களை நச்சு அளவில் உட்கொண்டாலும் அரிதாகவே மரணத்தை உண்டாக்கும். பல சமயங்களில் இவற்றை உட்கொண்டு தற்கொலை செய்து கொள்ள எண்ணும்போது தோல்வியே எஞ்சும்.

பெருமளவில் உட்கொண்டாலும் அரிதாகவே, இதயக் குருதிக் குழாய் மூச்சு இயக்க ஒடுக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். ஆனால் நெடு மூச்சடைப்பு நோய் (chronic obstructive respiratory disorders) உள்ளோர் இவற்றை மிகவும் எச்சரிக்கையுடன் பயன்படுத்த வேண்டும்.

இவற்றுக்குத் தாங்குந்திறன், மருந்தடிமைப்பழக்கம், மருந்து இடைவினை, எதிர்வினை விளைவு, திடீர் நிறுத்த விளைவு போன்றவை அரியதாகவோ மிகவும் குறைவாகவோ காணப்படும்.

உறக்கமின்மைக்குச் சரியான படுக்கை வசதி இன்மை, புதிய இடம் போன்ற பல காரணங்கள் இருக்கலாம். உரிய காரணத்தைக் கண்டறிந்து நிறைவு செய்தலே சிறந்த முறை. துயிலூட்டிகள் தேவைப்படும் நிலையில், குறுகிய கால உறக்கமின்மைக்கு, டிரையசோலாம் மற்றும் நெடுங்கால உறக்கமின்மைக்கு ஃபுளூராசிபாம் போன்றவற்றைக் கொள்ளலாம். மூன்று வாரங்களிலிருந்து மூன்று மாதங்களுக்குள் இவற்றின் பயன்பாட்டைப் படிப்படியாகக் குறைத்து நிறுத்திவிடுவது நல்லது.

மருந்தின் பெயர்	அரைவாழ்வு (மணி)	மருந்தளவு (மி.கி.)	கிடைக்கும் முறை
பென்சோ டையசிபின்கள்			
குளோர்டைய சிபாக்சைடு	5-15	50-100	கு,மா,ஊ
டையசிபாம்	30-60	5-10	தி,மா,கு, ம,ஊ
ஃபுளுரசிபாம்	50-100	15-30	கு
ஆக்சசிபாம்	5-10	15-30	கு,மா
டெமாசிபாம்	10-17	15-30	கு
டிரையசோலாம்	1.5-3	0.25-0.5	மா
லோராசிபாம்	10-20	2-4	மா,ஊ
நைட்ரசிபாம்	18-34	5-10	மா,கு
பார்பிசுரேட்கள்			
அமோபார் பிட்டால்	8-24	65-200	கு.மா, தி,ஊ
சிக்கோபார் பிட்டால்	15-40	100-320	கு,மா, தி,ஊ
ஃபினோபார் பிட்டால்	80-120	100-320	கு,தி, ஊ
பிற வகைகள்			
குளோரால் ஹைட்ரேட்	4-9.5	500-1000	கு,தி
பாரால்டிஹைடு	-	10-30 மி.லி.	கு,தி
மெப்ரோபாமேட்	6-17	800	தி,கு, ம,மா
எத்தில் குளோர்வினால்	10-25	500-1000	கு
குளுட்டிதிமைடு	5-22	250-500	கு,மா
டிரைக்ளோ ஃபால்ஸ்	-	1500	மா,தி
மெத்தி ஃபிரைலோன்	3-6	200-400	மா,தி

தி = வாய்மூலம் கொடுக்க நீர்ம வடிவில்
மா = மாத்திரை
கு = குளிகை
ஊ = ஊசி மூலம் கொடுக்க
ம = மலக்குடல் மூலம் கொடுக்கும் மாத்திரை

- கு. சிவஞானம்

உறக்க மருந்துகளைப் பின்வருமாறு வகையிடலாம்:

1. யூரியா வழி வந்தவை : பார்பிச்சுரேட்டுகள் குளுட்டிதிமைடு மெத்திப்பிரிலோன்
2. ஆல்கஹால்கள் : குளோரால்ஹைட்ரேட் எத்தில் ஆல்கஹால்
3. ஆல்டிஹைடு : பாரால்டிஹைடு
4. அசெட்டைலேற்றப்பட்ட கார்பினால் : எத்தில்குளோர்வினால்
5. பென்சோடையசிப்பின்கள் :
6. புரோப்பனிடியால் கார்பமேட் : மெட்ரோபமேட்
7. அசெட்டைல்கோலின் எதிர் மருந்து : ஸ்கோபாலமின்
8. புரோமைடுகள்

பார்பிச்சுரேட்டுகள்

யூரியா, மெலோனிக் ஆகியவை வினைபுரிந்து கிடைக்கும் மெலோனைல் யூரியா சேர்மத்தில் தேவையான பதிலிகளை (substituents) இணைத்துப் பார்ப்பிச்சுரேட்டுகள் பெறப்படுகின்றன. பதிலிடப்படும் தொகுதிகளுக்கேற்ப இவற்றின் செயல்படுதிறன் வேறுபடும்.

பார்பிச்சுரேட்டுகள் அனைத்தும் மைய நரம்பு மண்டலத்தை ஒடுக்கிச் செயல்படுபவையாகும். இவை மேல்நோக்கிச் செல்லும் ரெட்டிகுலார் இயக்க அமைப்பின் நரம்புச் செல்களின் இயக்கத்தை ஒடுக்குவதனால் உறக்கத்தை உண்டாக்குவனவாகக் கருதப்படுகிறது. (இந்த ரெட்டிகுலார் அமைப்புச் செல்களே விழிப்புணர்ச்சியைப் பராமரிக்கின்றன).

பிற இயக்கங்கள். உறக்கம் உண்டாக்கும், உணர்விழப்பு ஏற்படுத்தும் அளவுகளில் பயன்படுத்தும்போது இவை, சிரைகள் இதயத்திற்குக் குருதியைத் திருப்பியனுப்பும் அளவைக் குறைப்பதனால் இதயக் குருதி வெளியேற்ற

அளவைக் குறைக்கின்றன. ஆகவே குருதி அழுத்தம் குறைகிறது; ஈடுசெய் குருதிக் குழாய் அனிச்சைகளும் (vascular reflexes) ஒடுக்கப்படுகின்றன.

உறக்க மருந்தளவில் பயன்படுத்தும்போது இவை மூச்சைச் சிறிதளவே ஒடுக்குகின்றன. மிகையளவில் கொடுக்கப்படும்போது மூச்சு மையத்தை ஒடுக்கி, கார்பன் டைஆக்சைடிற்கு இம்மையம் உண்டாக்கும் மறுவினையைக் குறைக்கின்றன.

இம்மருந்துகளை நெடுநாள் உட்கொண்டால் மலச்சிக்கல் ஏற்படும். இவை உளவியல், உடல்சார் மருந்தடிமைப் பழக்கத்தை உண்டாக்குகின்றன. முதலில் தவிப்பு. பின்பு நடுக்கம், சோர்வு, அயர்ச்சி, கலங்கிய பார்வை, குமட்டல் என இதன் விளைவுகள் தொடர்கின்றன.

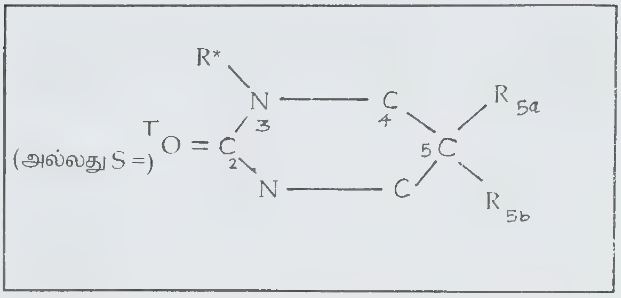
விலங்குகளில் நிகழ்த்தப்பட்ட ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் இவற்றை கீழ்க்காணுமாறு வகைப்பாடு செய்யலாம். தற்போது பெரும்பாலான மருத்துவர்கள் இவற்றை மருத்துவத்தின் அடிப்படையில் உறக்கத்திற்குப் பயன்படும் பார்பிச்சுரேட்டுகள், உணர்விழப்பிற்குப் பயன்படும் பார்பிச்சுரேட்டுகள் என வகையிடுகின்றனர்.

குறுகிய காலச் செயல்திறனுடையவை. இவை அரை மணி நேரத்திற்குள் உறக்கத்தை உண்டாக்கும். உறக்கம் ஏறத்தாழ 4 மணி நேரம் நீடிக்கும். ஈரலால் மருந்து அழிக்கப்படுவதால் ஈரல் கேடுடையோருக்கு இவை ஏற்றதல்ல. எ-டு. தயோபெண்டால், மெத்தா ஹெக்சிட்டால்.

நடுத்தரச் செயல்திறனுடையவை. இவை அரை மணி நேரத்திற்குள் உறக்கத்தை ஏற்படுத்தும். இவற்றின் செயல்திறன் ஏறத்தாழ 6-8 மணி நேரம் நீடிக்கும். எ-டு. அமோபார்பிட்டால், பென்டோபார்பிட்டால், செக்கோ பார்பிட்டால், குய்னால்பார்பிட்டோன்.

நீடித்த செயல்திறனுடையவை. இவற்றைக் கொடுத்த ஒரு மணி நேரத்திற்குப் பின்னரே உறக்கம் உண்டாகும். இவற்றால் ஏற்படும் உறக்கம் ஏறத்தாழ 12 மணி நேரம் நீடிக்கும். குறைந்த அளவில் பயன்படுத்தினால் அமைதியூட்டிகளாகச் செயல்படும். இவை பெரும்பாலும் சிறுநீரகம் மூலம் வெளியேற்றப்படுகின்றன. எ-டு. பார்பிட்டால் அல்லது பார்பிட்டோன், மெ.ஃபோபார்பிட்டால், ஃபீனோபார்பிட்டால்.

சில பார்பிச்சுரேட்டுகளின் பெயர்களும், அமைப்பும் அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.



பார்பிச்சுரேட்	R_{5a} (தொகுதி)	R_{5b} (தொகுதி)
அமோபார்பிட்டால்	எத்தில்	ஐசோபென்டைல்
அப்ரோபார்பிட்டால்	அல்லைல்	ஐசோபுரோப்பைல்
பார்பிட்டால்	எத்தில்	எத்தில்
பியூட்டாபார்பிட்டால்	எத்தில்	ஈரிணைய பியூட்டைல்
பியூட்டால்பிட்டால்	அல்லைல்	ஐசோபியூட்டைல்
ஹெக்சோபார்பிட்டால்	மெத்தில்	1-வளைய ஹெக்சீன்-1-இல்
மெ.ஃபோபார்பிட்டால்	எத்தில்	ஃபீனைல்
மெத்தார்பிட்டால்	எத்தில்	எத்தில்
மெத்தோ ஹெக்சிட்டால்	அல்லைல்	1-மெத்தில் - 2- பென்டினைல்
பென்டோபார் பிட்டால்	எத்தில்	1-மெத்தில் பியூட்டைல்
ஃபீனோபார் பிட்டால்	எத்தில்	ஃபீனைல்
செக்கோபார் பிட்டால்	அல்லைல்	1-மெத்தில் பியூட்டைல்
டால்பியூட்டால்	அல்லைல	ஈரிணைய பியூட்டைல்
தயாமைலால்^{T}	அல்லைல்	1-மெத்தில் பியூட்டைல்
தயோபெண்டால்^{T}	எத்தில்	1-மெத்தில் பியூட்டைல்

R_1* = H, ஹெக்சோபார்பிட்டால், மெ.ஃபோபார்பிட்டால், மெத்தார்பிட்டால், மெத்தோஹெக்சிட்டால் ஆகியவை நீங்கலாக; இவற்றில் R_3 = $-CH_3$, T = O தயாமைலால், தயோபென்டால் நீங்கலாக; இவற்றில் T = S

வாய்வழியே பார்பிச்சுரேட்டுகளை உட்கொண்டால் விரைவில் உள்ளுறிஞ்சப்படுகின்றன. இவற்றின் புரதப் பிணைப்பு மாறுபட்டு அமைந்துள்ளன. மிகையான அரைவாழ்வுடையன குறைந்த புரதப் பிணைப்புடைய னவாகவும், குறைந்த அரைவாழ்வுடையன மிகுதியான பிணைப்புடையனவாகவும் உள்ளன.

பெரும்பாலான பார்பிச்சுரேட்டுகள் சிறுநீர் வழியே குறைந்த அளவே வெளியேறுவதற்குக் காரணம் இவை மீண்டும் சிறுநீரக நுண்குழல்களில் மறு உள்ளுறிஞ்சல் அடைந்து குருதிப் பாய்வில் கலந்துவிடுவதேயாகும்.

வேண்டா விளைவுகள். இவை உறக்க உணர்வைத் தோற்றுவித்தாலும் முரண்பாடாகச் சிலரிடத்தில் கிளர்ச்சியையும், அமைதியின்மையையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

நுரையீரல் செயல்திறன் பாதிக்கப்பட்டுள்ள போதும், குருதியில் பார்.ஃபைரின்கள் ஏற்படும் நிலை உள்ளோரிடமும், கல்லீரல் செயலிழப்பிலும் இம்மருந்துகளைப் பயன் படுத்தக்கூடாது.

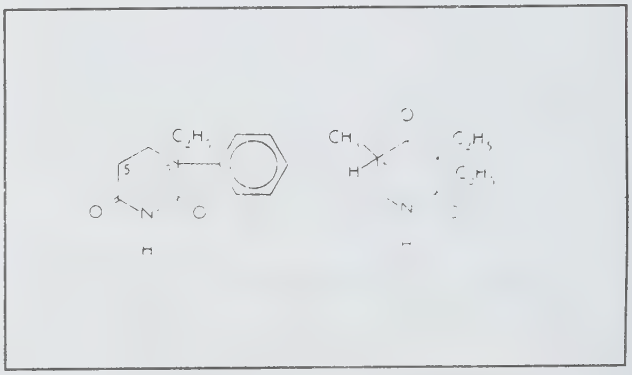
குளோரால் ஹைட்ரேட். 2, 2, 2 - டிரைகுளோரோ அசெட்டால்டிஹைடு, குளோரால் எனப்படுகிறது. இது நிலைத்தன்மையற்ற, வெறுப்பூட்டும் மணமுடைய எண்ணெய். இதனை அப்படியே மருந்தாகப் பயன்படுத்த இயலாது. எனவே இதன் மூலக்கூறு அமைப்பில் ஒரு நீர் மூலக்கூறைச் சேர்ப்பதால் விளையும் குளோரால் ஹைட்ரேட் மருத்துவத்தில் பயனாகிறது. இதனை வாய் வழியே உட்கொண்டால் சிறுகுடலால் நன்கு உள்ளேற்கப்பட்டு அரைமணி நேரத்தில் உறக்கத்தை உண்டாக்குகிறது. கல்லீரலில் இது ஆல்கஹால் டிஹைட்ரஜினேஸ் நொதியால் டிரைகுளோரோ எத்தனாலாக ஒடுக்கமடைகிறது. இவ்விளைவு இம்மருந்தின் நீண்ட நேரச் செயல்திறனுக்குக் காரணமாகிறது. கல்லீரல், சிறுநீரகப் பாதிப்பு நிலைகளில் இதனைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. இம்மருந்து விரைந்த கண்ணசைவு உறக்கத்தைப் பார்பிச்சுரேட்டுகளைவிடக் குறைவாகவே ஒடுக்குகிறது. குறைவான முரண்பாட்டுக் கிளர்ச்சி, குறை விகித மருந்தடிமைப் பழக்கம், கல்லீரலில் ஆக்கச்சிதைமாற்ற நொதிகளைத் தூண்டாதிருத்தல் ஆகியன இம்மருந்தைச் சிறுவரும், முதியவரும் பயன்படுத்தக் காரணமாகின்றன.

எத்குளோர்வினால். இது குறைந்த செயல்திறனுடைய மருந்தாகும். இதன் அமைப்பு வருமாறு:

$$
\begin{array}{c}
\qquad\qquad C \equiv CH \\
\qquad\qquad | \\
CH_3\,CH_2 - C - CH = CHCl \\
\qquad\qquad | \\
\qquad\qquad OH
\end{array}
$$

இதற்குத் தசை தளர்த்தும் பண்பும், வலிப்பு எதிர் இயக்கப் பண்பும் உண்டு. உடல் சார்ந்த மருந்தடிமைப் பழக்கத்தை இது ஏற்படுத்தும்.

குளுட்டிதிமைடு. 3 - எத்தில் - 3- .ஃபீனைல் -2, 6 - பைபிரிடின்டைஓன் என்பதே இதன் வேதிப் பெயர் ஆகும். இதன் வேதி அமைப்பு மெத்திபிரிலான் அமைப்பை ஒத்துள்ளது.



குளட்டிதிமைடு மெத்திபிரிலான்

இது பார்ப்பிச்சுரேட்டுகளைவிட மிகுதியான நச்சுத்தன்மையுடையது. மருந்தடிமைப் பழக்கத்தையும், தாங்கு திறமையும் ஏற்படுத்தும். மிகை அளவில் கொழுப்பில் கரைவதால் ஊடு பிரித்தல் முறையில் இம்மருந்தின் நச்சைக் குறைக்க இயலாது.

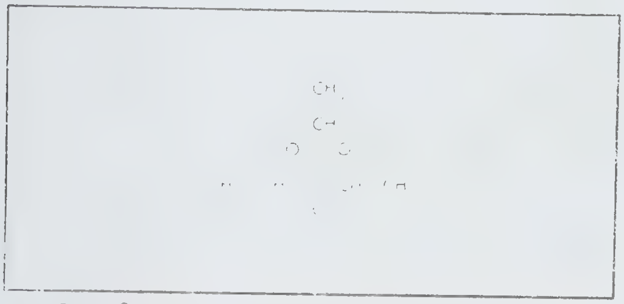
மெத்திபிரிலான். தற்போது இது அரிதாகவே பயன்படுகிறது. குருதி வெள்ளையணுக் குறைவை இது ஏற்படுத்தும்.

மெப்ரோபமேட். இது ஒரு பிஸ்-கார்பமேட் எஸ்ட்டர் ஆகும். இதன் வாய்பாடு வருமாறு :

$$
\begin{array}{ccccccc}
 & O & & C_3H_7 & & O & \\
 & \| & & | & & \| & \\
H_2N - & C & - OCH_2 - & C & - CH_2O - & C & - NH_2 \\
 & & & | & & & \\
 & & & CH_3 & & &
\end{array}
$$

1955ஆம் ஆண்டுவாக்கில் இது தவிப்பு எதிர் மருந்தாக (anti anxiety agent) பரவலாகப் பயன்பட்டது. இது ஒரு சிறந்த இயக்குதசை தளர்த்தியாகச் செயல்படுகிறது. தற்போது இம்மருந்து துயிலூட்டியாகவோ, தவிப்பு எதிர் மருந்தாகவோ, அரிதாகவோ பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மருந்தியல் பண்புகள் பார்பிச்சுரேட்டுகளை ஒத்தவையாகும். பார்ப்பிச்சுரேட்டுகளைப் போலவே கல்லீரல் மைக்ரோசோம் நொதிகளைத் தூண்டியும், பார்ஃபைரின்கள் உருவாகவும், வெளியேறவும் காரணமாகும். உடல்சார்ந்த மருந்தடிமைப் பழக்கத்தை ஏற்படுத்தும். வாய்வழியாக உட்கொண்டால் நன்கு உள்ளேறகப்படும்.

பாரால்டிஹைடு. அசெட்டால்டிஹைடின் ஒரு பல்லுறுப்பிச் சேர்மமே பாரால்டிஹைடு ஆகும். இதன் வளைய அமைப்பு வருமாறு:



இது விரைவாக இயங்கும் துயிலூட்டியாகும். வாய் வழியாக உட்கொண்டபின் ஏறத்தாழ 10-15 நிமிடங்களில் உறக்கம் உண்டாகும். இது சாதாரண மருந்து அளவுகளில் மூச்சுவிடுதலிலும், குருதி அழுத்தத்திலும் சிறிதளவே பாதிப்பை ஏற்படுத்தும். இதன் ஒரு பகுதி மாற்றம் அடையாமல் நுரையீரல்களின் வழியாக ஒரு விதக் கெடு மணத்துடன் வெளியேற்றப்படுகிறது. தசை வழியே செலுத்தினால் மிகுதியான வலியையும், தசைச் செல்களின் இறப்பையும் ஏறபடுத்துகிறது. வெயிலில் வைத்திருக்கும் போது இது அசெட்டிக் அமிலமாகச் சிதைவுறுகிறது; இது திசுக்களை அழிக்கும் நஞ்சாக உள்ளது.

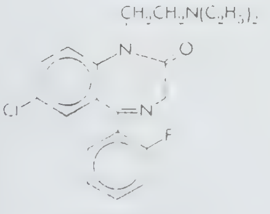
பென்சோடையசிப்பின்கள். இம்மருந்துகளிடையே பல ஒற்றுமைகள் காணப்பட்டாலும் இவற்றைத் தனியாக வகைப்படுத்துவது கடினம். இவை அனைத்தும் ஒத்த இயங்குமுறைகளையே கொண்டுள்ளன. மருத்துவ அளவைவிட மிகையளவில் கொடுக்கும்போதும் உயிருக்குக் கேடு உண்டாக்குவதில்லை. மருந்தடிமைப் பழக்கத்தையும் கடுமையாக ஏற்படுத்துவதில்லை. கல்லீரலில் மருந்துகளை வளர்சிதை மாற்றமடையச் செய்யும் நொதிகளைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் தூண்டுவதில்லை.

-கு.சிவஞானம்

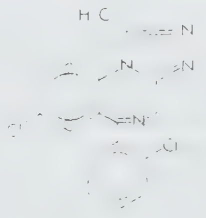
துரப்பணச் சுரங்கவியல்

இது செயற்பாட்டிற்கேற்ப தொடர்ச்சி அல்லது பகுதித் தொடர்ச்சி வகைச் (Semi continous) சுரங்கவியல் முறையினைச் சாரும். கிடையான அல்லது 20°-25° அளவு சரிவான சிறிய தடிப்புக் கொண்ட 2.5 - 3.0மீ வரையிலான மென் கனிமப் படிவங்களையோ, நிலக்கரியையோ, தனிமைப்படுத்தி வெட்டி எடுக்கத் துரப்பணச் சுரங்கவியல் (auger mining) கையாளப்படுகிறது. இம்முறை, மேல் மண் நீககமின்றியும் கனிமத்தின் இடையிலுள்ள கழிவுப் பாறைகளை வெட்டாமலும் தேவைப்படும் கனிமங்களை மட்டும் வெட்டி எடுக்கவும் பயனாகிறது.

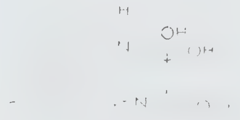
துரப்பணச் சுரங்கவியலில் பயன்படும் வெட்டும் கருவி பல பகுதிகளைக் கொண்டது. ஒன்று அல்லது பல வெட்டும் தலைகளையும் (cutting head), கடத்தி இணைப்புகளையும், ஓர் எந்திர விசையுடன் இணைத்திருப்பர். வெட்டிய பொருளைச் சுமை கடத்து ஊர்திகளில் சுமையேற்ற மாற்றுச் சால்பட்டை (transfer conveyer) ஒன்றும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



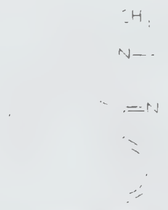
ஃபுளூரஸ்பம்



டிரையசோலம்

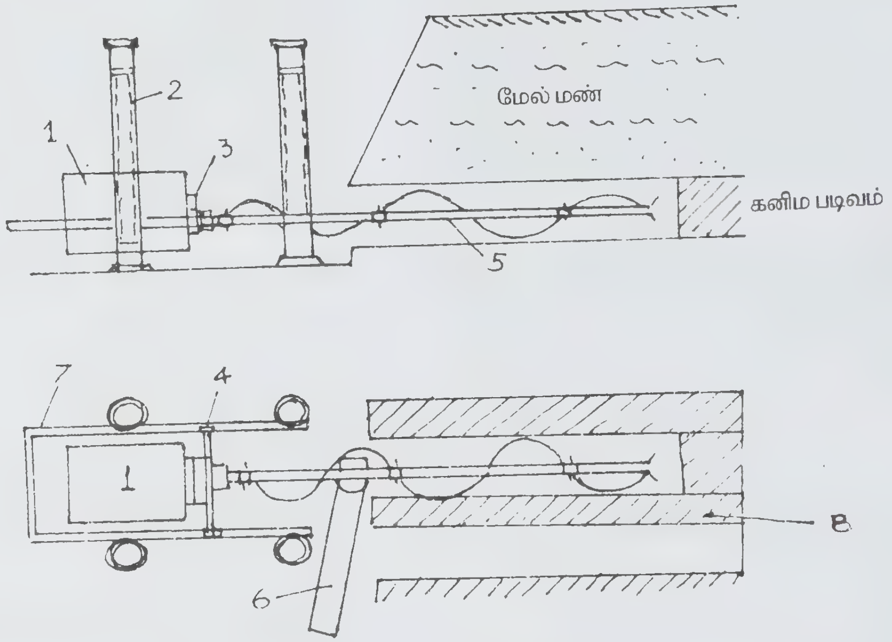


குளோரோசிபேட்



டையசிபம்

துரப்பணச் சுரங்கக் கருவி அமைப்பும் செயற்பாட்டு முறையும்.

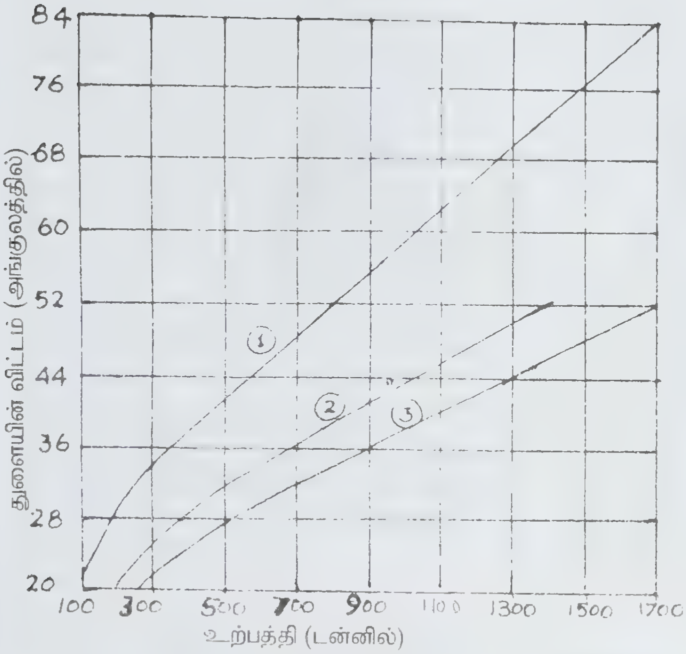


1. எந்திர விசை, 2. நீர்ம உயர்த்தி, 3. இணைப்பான், 4. நெறிப்படுத்தும் பாதை, 5. துரப்பணக் கருவி, 6. மாற்றுச் சால்பட்டை, 7. சட்டம், 8. தாங்கும் தூண்

துரப்பணச் சுரங்கவியல், பொதுவாகத் தரைவெளி (outcrop) நிலக்கரியையோ, கனிமங்களையோ, திறந்தவெளிச் (opencast) சுரங்கமுறையில் விடுபட்ட கனிமங்களையோ எடுக்க உதவுகிறது. தரைவெளிக் கனிமங்களைத் துரப்பணங்களைக் கொண்டு எடுக்கச் செயற்பாட்டுத் தளங்களையும் (operational benches) சுமை கடத்தும் சாலைகளையும் (houlage roads) முதலில் அமைத்துக் கொண்டு துரப்பணச் செயற்பாட்டினை மேற்கொள்ள வேண்டும். எஞ்சிய சுரங்கக் குழிகளில் (residual mining pit) முன்பே உள்ள தரைத் தளங்களையும் சுமை கடத்தும் சாலைகளையும் துரப்பணச் சுரங்கச் செயற்பாட்டுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

துரப்பணக் கருவித் தேர்வு. துரப்பணச் சுரங்கவியலில் மிகச் சரியான (optimum) உற்பத்தித் தேவைக்கு ஏற்ப, கனிமத் தடிப்புக்குப் பொருத்தமான வெட்டும் தலை அமைய வேண்டும். வெட்டும் தலையின் விட்டம், கனிமத் தடிப்பு, மேல் மண் தடிப்பு, இரண்டு துளைகளுக்கு இடையே விடப்படும் தாங்குதூண் (supporting pillars) தடிப்பு ஆகியவற்றைக் கொண்ட அறுதியிடப்படுகிறது. பொதுவாக வெட்டும் தலையின் விட்டம் செ.மீட்டருக்கு மேல் தேவையில்லை. உற்பத்தித் தேவைக்கேற்பப் பல வெட்டும் தலைகள் (multiple cutting head). உடைய துரப்பணங்கள் பயன்படுகின்றன. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படம், ஒன்றும் அதற்கு மேலும் வெட்டும் தலைகள் கொண்ட துரப்பாணின் உற்பத்தி, துளையின் விட்டம் ஆகியவற்றிற்குள்ள ஒப்புமையைக் (relation) குறிக்கிறது.

துரப்பணப் பொறிச் செயல்பாடு. துரப்பாணின் வெட்டுக் கருவி சிறுசிறு துரப்பணப் பகுதிகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. முதல் பகுதியில் நெறிப்படுத்தும் பாதை ஒரு புறமும், துளைப்பான் மறுபுறமும் எந்திர விசையுடன் இணைக்கப் படுகின்றன. இத்துரப்பணப் பொறியைச் சுரங்க வெட்டு முகத்திற்குச் செங்கோணத்தில் வைத்து நீர்ம அழுத்தத் தினைக் (hydraulic pressure) கொடுக்கத் துரப்பாணின் சுழற்சியால் (rotation) கருவி, கனிமத்தின் ஊடே



1 ஒரு வெட்டும் தலைத் துரப்பான். 2. இரு வெட்டும் தலைத் துரப்பான். 3. மூவெட்டும் தலைத் துரப்பான்

வெட்டிக்கொண்டு செல்கிறது. கனிமப் படிவத்தின் அமிழ் கோணத்தைப் பொறுத்து. துரப்பானைத் தேவையான கோணங்களில் நீரியல் உயர்த்தி (hydraulic jack) கொண்டு மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு பகுதியில் துரப்பாணின் வெட்டும் செயல் முடிவடைந்ததும் எந்திர விசையை நிறுத்தி முதல் துரப்பான் பகுதியை எந்திர விசையினின்றும் விடுவித்து அதை ஒரு துரப்பான் பகுதி இணைக்கத் தேவையான நீளத்திற்குப் பின் தள்ளிவிட்டுப் புதிய துரப்பான் பகுதியை இணைத்து முன்னர் செய்தது போன்றே மீண்டும் பணியைத் தொடர வேண்டும்.

பொதுவாகத் துரப்பான் பகுதியின் நீளம் 1-3 மீ. இருக்கும். பெரிய துரப்பான் பகுதியின் நீளம் 6 மீ. வரை இருக்கும். துளையின் ஆழம் துரப்பாணின் வலிமையை (strength) நிகர்க்கும். 60-70 மீ. சாதாரண நிலையில் துளையிடலாம். துளைக்கும் தொலைவும் அதற்காகும் நேரமும் துரப்பாணின் வலுவையும், கனிமத்தின் நிலையையும் பொறுத்தமையும். இதனைக் கொண்டு நிமிடத்திற்கு 1.5 மீ வரை துளையிடவியலும். தற்போது புதிய முறையில் 5-20 செ.மீ. விட்டமுடைய துளையிட்டு ஏறத்தாழ 80மீ. ஆழம் வரை கனிமங்கள் வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன.

மேற்கூரையின் நிலைப்புத் தன்மைக்குத் தாங்கும் தூண்கள் அமைக்க வேண்டி உள்ளமையால் துரப்பணவியல் சுரங்க முறையில் 45-50% கனிமங்கள் வெட்ட முடிவதில்லை. இதனைத் தவிர்க்கப் பல வெட்டும் தலைகள் கொண்ட துரப்பணக் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. இம்முறையினால் வெட்டாமல் விடப்படும் கனிம அளவு 33-38% இருக்கும்.

துளையிடும் கால கணிப்பு. கனிமத்தின் தன்மை, துரப்பாணின் வெட்டுக்கருவி திறன், தெரிந்தெடுத்த பணியாளரை ஒட்டித் துளையிடும் காலஅளவு வேறுபடுகிறது துளையிட ஆகும் நேரம் என்பதில் ஒரு துரப்பான் துளையிடும் நேரம், வெளியெடுக்கும் நேரம், அடுத்தடுத்த துரப்பான் பகுதிகள் இணைப்பு நேரம், அனைத்துத் துரப்பான் பகுதிகளையும் வெளியெடுக்கும் நேரம், எந்திரத்தை அடுத்த நிலைக்குக் கொண்டு செல்லும் நேரம் ஆகியவை அடங்கும்.

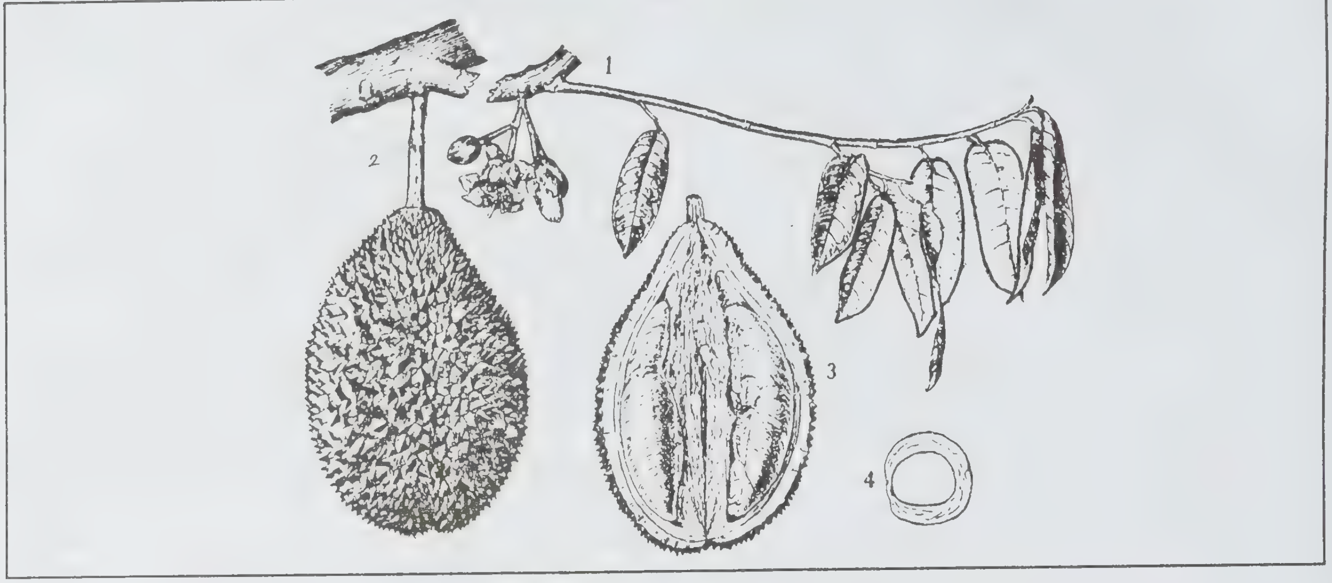
துரப்பணச் சுரங்கவியலின் இன்றியமையாப் பயன்கள். ஏனைய சுரங்க எந்திரங்களால் வெட்டி எடுக்க இயலாத கனிமங்களை எடுத்தலும், 1 - 3 மீ வரை தடிமன் கொண்ட கனிமங்களை 70%க்கு மேல் தனித்துத் தோண்டியெடுத்தலும், கிடைக்கும் மனித நாட்திறனுக்கு அதிக உற்பத்தி செய்தலும் துரப்பணச் சுரங்கவியலின் இன்றியமையாப பயன்களாகும்.

துரப்பணச் சுரங்கவியலில் ஏற்படும் பொருளியியல் நிலை. சுரங்கத்தில் வெட்டுமுகத் தயாரிப்பு, கனிமம் கடத்தும் வழித்தடங்கள அமைப்பும் பராமரிப்பும் துரப்பாணின் செயற்பாடும பராமரிப்பும், கனிமம் கடத்தும் ஊர்தியும் பராமரிப்பும், துரப்பணப் பொறி, கனிமக் கடத்து ஊர்தி, மண் பரப்பு ஊர்தி (bull dozers) ஆகியவற்றின் குறை மதிப்புக் குறியீடு (depreciation), காப்புறுதி, வரி, பொது நிர்வாகம், விற்பனைச் செலவு என பல வகைகளில் பகுக்கப்படுகிறது.

- ஏ.பால்ராசன்

துரியன்

தமிழில் புனுகு என்றும் குறிக்கப்படும் இதனை ஆங்கிலத்தில் துரியன் என்றும் புனுகுப்பூனைக் கனி (civet cat fruit) என்றும் கூறுவதுண்டு. இம்மரத்தின் தாவரப் பெயர் டுரியோ சிபெத்தினஸ் (*Durio zibethinus*) என்பதாகும். பாம்பகேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இக்கனிமரத்தின் தாயகம் மலேசியா ஆகும். இக்கனி, இந்தோனேஷியா, மலேசியா, கிழக்கிந்தியப் பகுதி ஆகியவற்றில் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படும். இந்தியாவில் நீலகிரி மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப்பகுதியிலும் விசாகப்பட்டினத்திலும் இது காணப்படுகிறது. இலங்கையிலிருந்து நீலகிரிக்குத் துரியன் கொண்டு வரப்பட்டது.



துரியன் (*Durio zibethinus*)

1. மலர் கொண்ட கிளை, 2. கனி, 3. கனியின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம், 4. விதையின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

மரம். துரியன் 27 - 30 மீ. உயரம் வளரும். இது பெரிய பசுமைமாறா மரவகையைச் சேர்ந்தது. இதன் இலைகள் நீள்சதுரமாகவும் கூர்மையாகவும் உள்ளன. இலைகளின் அடிப்பகுதியில் பொன்னிறத் தூவிகள் நிறைந்திருக்கும். பூக்கள் வெண்மையானவை; மஞ்சரியிலோ (raceme), தொகுப்பு மஞ்சரியிலோ (fasicle) தோன்றியிருக்கும் கனி உருண்டையாக 15-30 செ.மீ. நீளத்தில் சற்று வளைந்திருக்கும். பலாவை ஒத்த கனிகள் அடிமரத்திலும் கிளைகளிலும் உண்டாகின்றன.

வளர்ப்பு முறை. வெப்பமும் ஈரப்பசையும் மிகுந்த பகுதிகளில் இம்மரம் சிறப்பாக வளருகிறது. களிச்சேற்று வண்டல் மண்ணும் வண்டல் நிலப் பகுதியும் இதன் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவை. இது பெரும்பாலும் விதைகளைக் கொண்டு நெருக்கொட்டு மூலமும் மொட்டு ஒட்டுதல் மூலமும் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. நன்கு பழுத்த கனிகளிலிருந்து விதைகளைப் பெற வேண்டும். செடிக்குச் செடி 10-12 மீ. இடைவெளி தந்து நடவேண்டும். இந்தியாவில் கன்றுகளை நட்ட 9 - 12 ஆண்டுகளில் பயன் தருகிறது. ஆனால் மலேசியப் பகுதிகளில் ஏழாம் ஆண்டிலேயே கனிகளைத் தருகிறது. இம்மரத்தில் மார்ச் - ஏப்ரல் மாதங்களில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. ஜுலை - செப்டம்பரில் காய்களைப் பறித்துப் பயன்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு கனியும் 1.5 - 3.5 கி.கி. இருக்கும். இம்மரத்தில் பெருந்தீங்கு விளைவிக்கும் பூச்சிகளோ நோய்களோ உண்டாவதில்லை.

பயன்கள். இந்தோனேஷியாவில் ஏழை மக்கள் இதனை விரும்பி வளர்த்து ஓரளவு வருமானத்தைப் பெறுகின்றனர். கனி, மரத்திலேயே தானாகப் பழுத்துக் கீழே விழுந்தபின்னரே எடுத்துப் பயன்படுத்துவது வழக்கம். இக்கனியில் ஒருவிதக் கெடுமணம் வீசுவதால் பலர் இதை விரும்புவதில்லை. இளநீரில் கனிகளை ஓரிரவு ஊற வைத்திருந்தால் இம்மணம் நீங்குகிறது.

கனிகளை அப்படியே உண்ணலாம் உப்பிட்டோ ஊறுகாய் செய்தோ உண்ணுவதுமுண்டு; கனி இனிப்பாக இருக்கும். விதையைச் சுற்றிச் சீதாக்கனி போல் சதைப்பகுதி இருக்கும். அடிமரத்திலிருந்து கிடைக்கும் கனிகளைவிடக் கிளைகளில் கிடைக்கும் கனிகளே உண்ணத்தக் கவையாகவும் இனிப்பாகவும் இருக்கும். பலா போன்று கனியின் மேல்பகுதியில் மிகுதியான முள் போன்ற அமைப்பிருக்கும். இதில் உண்ணும் பகுதி மூன்றில் ஒரு பகுதி மட்டுமே. கனியின் நிறையில் ஆறில் ஒரு பங்கு விதையின் நிறையாகும். பழுத்த கனிகள் விரைவில் அழுகிவிடக் கூடுமாதலால் அவற்றை நீண்ட தொலைவிற்கு எடுத்துச் சென்று பயன்படுத்த இயலாது. காய்களைக் கறியாகப் பயன்படுத்துவதுண்டு. இக்கனியின் சதை கெட்டியாகவும் இளமஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும்.

கனிச் சதையைப் புளிக்க வைத்து உணவுடன் உண்பதுண்டு. இதைச் சர்க்கரை கலந்து பிசைந்தோ சோற்றுடன் கலந்தோ உண்பதும் உண்டு. உப்பு, வெங்காயம், புளிக்காடி (vinegar) ஆகியவற்றுடன் சதைப் பகுதியைப் பிசைந்து உண்ணலாம். நன்கு பழுத்த கனிகளிலிருந்து விதைகளை எடுத்துத் தீயிலிட்டுக் கருக்கி இரண்டாக

உடைத்துப் பருப்பைத் தேங்காய் எண்ணெயில் வதக்கி உண்ணுவர். மலேசியாவில் இலை, வேர், கனித்தோல் ஆகியவற்றைக் குருதி உற்பத்திக்கும் காய்ச்சலுக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுத்துவர். ஜாவாத் தீவில் மரப் பலகைகள் இளஞ்சிவப்புக்கலந்த பழுப்பாகவும் மென்மையாகவும் உள்ளன. இம்மரத்தைக் கறையான்கள் அழிப்பதால், மரங்கள் நீண்ட காலத்திற்கு உழைப்பதில்லை.

- கோ.அர்ச்சுனன்

துணைநூல். Gopalan and et.al., *Nutritive Value of Indian Foods*, National Institute of Nutrition, Hyderabad, 1982. G. Torrey, *Development of Flowering Plants*, Macmillan Company, New York, 1967; Esaw, *Anatomy of Seed Plants*, John Wiley and Sons, New York, 1977.

துருத்தி

இது காற்றை உள்ளிழுக்கப் பயன்படும் ஓர் எந்திரக் கருவியாகும். துருத்தி (bellows) சுருங்கி விரிவடையக்கூடிய பக்கங்களை உடையது. இது விரிவடையும்போது காற்று உள் நுழையும்; சுருங்கும்போது காற்று வெளியேறும். இது இடைக் காலங்களில் (middle ages) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அக்காலங்களில் கொல்லன் கொல்லுலையில் கனற்சியை விரைவாக்கவும், குழாய் வகை இசைக்கருவியை (pipe organ) இயக்கவும் துருத்தி பயன்படுத்தப்பட்டது. விலங்கின் தோலால் ஆன இரு பைகளைத் துருத்திகளுடன் இணைத்து எக்கிகளாகவும் பயன்படுத்தினர். எ-டு: இரும்பை உருக்கிப் பிரிக்கப் பயன்படும் வெள்ளாட்டுத் தோலாலான துருத்தி.

பொதுவாகப் பித்தளை, பாஸ்பர் வெண்கலம், துருப்பிடிக்கா எ·கு, மோனல் போன்ற உலோகங்களால் துருத்தி செய்யப்படுகிறது. உலோகத் துருத்தியில் ஒரே அளவுள்ள வளையத் தட்டுகள் (annular plates) காணப்படும். இவற்றுடன் உள் மற்றும் வெளிச் சுற்று வரைகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். துருத்தியின் வகையைப் பொறுத்துத் தட்டுகளின் இணைப்பும், தயாரிப்பு முறையும் அமையும்.

துருத்தி செய்யப்பட்ட பொருளின் தடிமன், நீட்சிமை எண் (modulus of elasticity), வளைவு அல்லது நெளிவுகளின் உயரம் (depth of corrugations), தட்டுகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வளையுந்தன்மை (flexibility) அமையும்.

துருத்தியினுள் காற்று நுழைவதாலும் வெளியேறு வதாலும் உண்டாகும் அழுத்தத் தடையின் அதிகபட்ச அளவு துருத்தி செய்யப்பட்ட பொருளின் தடிமனின் இருமடி, நெளிவுகளின் உயரம் போன்றவற்றைச் சார்ந்திருக்கும்.

துருத்தியின் பக்கச் சுவர்கள் வளைந்துள்ளமையால், அதன் மிகு வெளி விட்டத்திற்கும் மிகு உள் விட்டத்திற்கும் உள்ள மிகச் சரியான வேறுபாடு விளைவுறு பரப்பாகாது. எனவே, துருத்தியின் சராசரி விளைவுறு பரப்பை (mean effective area) $0.19363\ (D + d)^2$ என்னும் கோவையைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம். இதில் D - துருத்தியின் வெளி விட்டம், d - துருத்தியின் உள் விட்டம்.

- இரா.இந்து

துருவ ஆயக்குத்துப் பயண அமைப்புகள்

இவை ரோ-தீட்டா அமைப்புகள் (Rho-theta systems) எனவும் கூறப்படும். இவற்றுள் ஒரு மையமான உறுப்பு அல்லது உறுப்புத் தொகுப்பிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சைகைகள் வெளியிடப்படும். அவை ஓர் இலக்கின் திசையையும் தொலைவையும் ஒரே வேளையில் கணக்கிட உதவும் பிம்பங்களைத் திரையில் உண்டாக்கும். ஆய்வுப் பரப்பில் திசையைக் குறிக்கும் அளவு, மையத்திலிருந்து தொடங்கும் ஆரக்கோடாக அமைகிறது. தொலைவைக் காட்டும் அளவு அந்த மையத்திலிருந்து விரியும் வட்டக் கோடுகளாகப் பதிவாகிறது. இவ்விரு கோடுகளும் அனைத்து இடங்களிலும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருப்பவை. எனவே துருவ ஆயக்குத்து அமைப்பில் இலக்கு இருக்குமிடம் இவ்விரு கோடுகளும் சந்திக்கிற புள்ளியாக அமைந்து விடுகிறது. இதன் மூலம் இலக்கு இருக்கும் திசையையும் தொலைவையும் துல்லியமாக வரைபடத்திலோ, கணக்கீடு மூலமாகவோ கண்டுபிடித்துவிட முடிகிறது. ஆரக்கோடுகளுக்கும் வட்டக் கோடுகளுக்கும் மையமே மேற்கோள் புள்ளியாக அமைந்துவிடுவதால் அனைத்துப் பயணப் பாதைகளையும் எளிதாகக் கணித்துவிட முடியும்.

- கே.என்.இராமசந்திரன்

துருவ உயிரி

துருவப் பகுதிகள், தட்பவெட்பநிலையிலும் மண் வகையிலும் தனித்தன்மை பெற்றுள்ளமையால், இப்பகுதியில் வாழும் உயிரிகளும், அவற்றின் தகவமைப்பிலும் பரவலிலும் தனித்தன்மை கொண்டுள்ளன. சாலஞ்சர் கடலாய்வுப் பயணத்தின்போது துருவ உயிரிகளின் (polar organisms) தனித்தன்மை கண்டறியப்பட்டது. இரு துருவங்களுக்கு இடைப்பட்ட கடற்பகுதிகளில் காணப்படாத பல உயிரிகள் துருவப் பகுதிகளில் மட்டுமே வாழ்கின்ற தன்மையும் அறியப்பட்டது. இது இருதுருவப் பரவல் (bipolar distribution) எனப் பெயரிடப்பட்டது.

தட்பவெப்பநிலை. துருவநிலைப்பகுதிகள், குளிர் பாலைவனங்களாகக் (cold deserts) கருதப்படுகின்றன. இவை பனிக்கட்டியும் உறைபனியும் மிகுந்த நிலப்பகுதிகளாகும். ஆர்க்டிக் பகுதியில் தொடர்ச்சியாகப் பல மாதங்கள் இருள் சூழ்ந்து காணப்படும். குறுகிய கோடைக்காலத்தில் நீண்ட பகற்பொழுது காணப்படுகிறது. அப்போது வெப்பநிலை உயரும்போது நிலத்தின் மேற்பகுதியில் காணப்படும் பனிக்கட்டி உருகும் நிலை அடைகிறது. எனினும், கீழ்ப்பகுதி நீர் உறைந்த நிலையில் காணப்படும். கோடைக்காலத்தில் குறைந்த அளவு மழை பொழிகிறது. துருவப் பகுதிகளில் ஈரப்பதம் (humidity) மிகுந்துள்ளமையால் நீர் ஆவியாக மிகக் குறைவாக உள்ளது.

நிலவகை. தட்பவெப்பநிலை, தாவரவகை இவற்றின் அடிப்படையில் இப்பகுதி தூந்தரா என்னும் வகையைச் சார்ந்ததாகக் கருதப்படும். போதிய வெப்பம் இராமையால் தாவர, விலங்கின் உடல்கள் மிகக் குறைவாகச் சிதைவுறு கின்றன. இதனால் மண்ணின் அமிலத்தன்மை மிகுந்து காணப்படும். நிலப்பரப்பு மரங்களற்ற தட்டையான பகுதிகளாகக் காணப்படுகிறது. உயர்ந்து தாழ்ந்து அமைந்த அலையலையான மேடுபள்ளத்துடனும் ஆங்காங்கே நீர் தேங்கி நிற்கும் நிலையிலும் துருவப் பகுதிகள் காணப்படுகின்றன.

தாவர இனத்தொகுதி. கோடைக்காலத்தில் புல், கோரைப்புல் ஆகியன செழித்தோங்கியுள்ளன. நிலப்பரப்பின் பெரும்பகுதியில் மரப்பாசி, பாசி, நாணற்புல் போன்ற பூக்கும் புல்வகை, குத்துச்செடி போன்றவை காணப்படுகின்றன. தாவரங்கள் உருவில் சிறியவை; பெரிய மரங்கள் காணப்படுவதில்லை. தரைப்பகுதி ஒழுங்கற்றுக் காணப்படுவதால் தாவர வளர்ச்சி மிகுதியும் பாதிக்கப்பட்டுள்ளது.

விலங்கினத் தொகுதி. ஆர்க்டிக் மற்றும் அண்டார்டிக பெருங்கடல்களில் காணப்படும் சில விலங்கினங்கள் கடற்பகுதிகளில் காணப்படுவதில்லை. குழியுடலிகள் தொகுதியில் ஹைட்ரோசோவா வகுப்பைச் சார்ந்த லாம்ப்ரா, மிரியோத்திலா, கிரம்மேரியா, டைகோகாஸ்டிரியா போன்ற உயிரிகளும், கடற்பூச்சியினமும், சுறாமீன் இனமும் துருவப்பகுதியில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. பூச்சியினங்கள் இங்கு உள்ளமையால் டார்மிகான் போன்ற பறவையினங்கள் கோடைக்காலத்தில் இங்கு வருகின்றன.

பாலூட்டி இனங்களில் ஆர்க்டிக் முயல், ஆர்க்டிக் மூஞ்சூறு, லெம்மிங், காரிபான், சீல், வால்ரஸ், பனிக்கரடி முதலியன துருவப்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. சீல், வால்ரஸ் போன்ற கடல்வாழ் பாலூட்டிகள் தரைப்பகுதிக்குக் கூட்டம் கூட்டமாக வரும்போது கரடிகள் அவற்றைக் கொன்று தின்று வாழ்கின்றன. ஆர்க்டிக் நரிகள், கரடிகள் விட்டுச்செல்லும் ஊன் பகுதிகளை உண்டு வாழ்கின்றன.

விலங்கினங்களின் தகவமைப்புகள். துருவப் பகுதிகளில் வாழும் விலங்குகள் கடுமையான சூழ்நிலையில் தகுந்த தகவமைப்புகளால் ஏற்பமைவு பெற்று வாழ்கின்றன. குளிர்காலத்தில் சில விலங்குகள் புலம்பெயரும் இடப்பெயர்ச்சிச் (migration) செய்கின்றன அல்லது குளிர் உறக்கம் (hibernation) கொள்கின்றன. பெரிய அளவிலான விலங்குகள் கடுமையான குளிரையும் தாங்கிக் கொள்கின்றன. இவ்விலங்குகளுக்குக் குறுமென்மயிர்த் தோல் உண்டு. திண்மையான கொழுப்பு அடுக்கு தோலின் உட்பகுதியில் காணப்படுகிறது. துருவப்பகுதி விலங்குகளில் நிறமிகள் காணப்படுவதில்லை. இவை வெண்மை நிறமும் வெண் சாம்பல் நிறமும் கொண்டவையாகக் காணப் படுகின்றன. இளவுயிரிப் பருவத்திலோ, கூட்டுப்புழுப் பருவத்திலோ உள்ள முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள் ஏற்பமையுடன் குளிர்காலத்தைக் கடக்கின்றன.

- சி.குமாரப்பிள்ளை

துணை நூல். H.Robinson, *Biogeography,* ELBS, London, 1978.

துருவ ஒளி

மனிதன் முதன்முதலாக இனம் காண முடிந்த திசை சூரியன் தோன்றும் கிழக்காகவே இருக்க முடியும். இரவின் நடுக்கும் குளிர், அச்சுறுத்தும் இருட்டு ஆகியவற்றுக்கு அஞ்சிக் குகைகளுக்குள் முடங்கிக் கிடந்தவாறு அவன் கதகதப்பையும்

ஒளியையும் தரும் சூரியன் தோன்றக் கூடிய கிழக்குத் திசையையே பார்த்துக் கொண்டு இருந்தான். அந்தத் திசையை வடமொழி *உஷஸ்* என்னும் சொல்லால் குறிக்கிறது. அது *பொலிவுடையது* என்று பொருள்படுகிற சொல்லின் பகுதியாகும் *உஷஸ்* என்னும் சொல்லிருந்து இயஸ் (EOS) என்னும் கிரேக்கச் சொல்லும் அவுசோசா (Ausosa) என்னும் லத்தீன் சொல்லும் வந்தன. இவை அரோரா (Aurora) என்று திரிந்தன. இவற்றுக்கு வைகறை என்னும் பொருளும் கிழக்குத் திசை என்னும் பொருளும் உண்டு. மனிதன் சூரியனுக்குத் தொடர்பில்லாமல் தோன்றும் ஓர் இரவு நேர ஒளியையும் கண்டான். ஆனால் அது வடக்குத் திசையிலும் தென் திசையிலும் மட்டுமே தோன்றியது. எனவே அவற்றுக்கு வடதிசை விடியல் எனப் பொருள்படுகிற (aurora borealis) எனவும், தென்திசை விடியல் எனப் பொருள்படுகிற (aurora australis) எனவும் பெயரிடப்பட்டன. அவை சூரியன் காரணமாகத் தோன்றவில்லை என்று தொடக்க கால மனிதன் கொண்டிருந்த கருத்து தவறானது எனப் பின்னரே தெரிய வந்தது.

துருவ ஒளி என்பது, துருவப் பகுதிகளுக்கு மேலுள்ள வானப்பகுதியில் ஏறத்தாழ 100 கி.மீ. உயரத்தில் தோன்றுகிற, கண்ணையும் கருத்தையும் ஒருங்கே கவரக்கூடிய ஒளியியல் நிகழ்வு ஆகும். இது பெரும்பாலும் புவிக் காந்த முனைகளுக்கு மேலேயுள்ள ஒரு குறுகிய வளையப் பகுதியில் உண்டாகின்றது. சூரியனைப் பொறுத்து இந்த ஒளிக் கோலங்கள் நிலையாக இருக்கும். இவற்றுக்குக் கீழே புவி சுழன்று கொண்டிருக்கிறது. இதன் காரணமாகவே ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து பார்க்கும்போது துருவ ஒளிகளின் வடிவ அமைப்பிலும், இடம் சார்ந்த நடத்தைகளிலும் நாளும் மாற்றங்கள் தெரிகின்றன. அத்துடன் துருவ ஒளி நீள் வட்டங்களின் தடிமனும் விட்டமும் புவிக்காந்தச் செயல்களைப் பொறுத்தும் ஓரளவு மாறுபாடு அடைகின்றன. சூரியக் கொழுந்துகளின் காரணமாகச் சூரியக் காற்றின் வலிமை அதிகரிக்கும்போது அல்லது இயல்பான சூரியச் சுழற்சியின்போது அல்லது அதிலிருந்து வெளிப்படும் துகள்களின் அளவு மிகும்போது துருவ ஒளிகள் நிலநடுக்கோட்டை நோக்கி விரிவடைகின்றன. அவற்றின் சராசரிப் பொலிவும், ஒளிக்கோல வெளிப்பாடும் மிகும். புவியின் காந்தப்புல விசைக் கோடுகளால் வழி நடத்தப்பட்டுத் துருவ பகுதிகளுக்கு இட்டுச் செல்லப்படும் எலெக்ட்ரான்களால் இவை உண்டாகின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் 1-20 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுடன் இருக்கும். இவை பிளாஸ்மாப் பகுதியிலிருந்து புவியை நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. இவை புவியின் வளிமண்டலத்தின் அடர்த்தி மிக்க பகுதிகளுக்கு இறங்கும் போது அங்குள்ள அணுக்களுடனும் மூலக்கூறுகளுடனும் மீள்தன்மையற்ற முறையில் மோதித் தம் ஆற்றலை இழக்கும். இந்த ஆற்றலில் பெரும்பகுதி 95-300 கி.மீ. உயரத்திலுள்ள வளிமண்டலத்தில் அயனியாக்கம் செய்வதிலும், மூலக் கூறின் பிரிகையிலும், வளிமண்டலத்தைச் சூடாக்குவதிலும் செலவாகிறது.

தொடக்கத் துகள்களின் ஆற்றலில் 5 விழுக்காட்டுக்கும் குறைவான அளவே கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளி விளைவுகளை உண்டாக்குகிறது. அவற்றில் துருவ ஒளிகள் குறிப்பிட்டத்தக்கவை. இவ்வாறு விழும் எலெக்ட்ரான்களால் உண்டாக்கப்படும் பிளாஸ்மா அடர்த்திகள், சூரியக் கதிர்களால் இயல்பான அயனிக் கோளத்தில் (ionosphere) உண்டாக்கப்படும் பிளாஸ்மா அடர்த்திகளுக்கு ஒப்பான எண் மதிப்புள்ளவையாக இருக்கின்றன. துருவ ஒளிச் செயல்கள் சாதாரணமான அளவில் முனைப்புடன் இருக்கும்போது அயனிக் கோளத்தில் மிகு அளவில் பிளாஸ்மாக்கள் தோன்றுகின்றன. அவை உலகம் முழுதும் வானொலிச் செய்தித் தொடர்புகளுக்கு இடையூறு செய்கின்றன. வில் அல்லது பட்டை வடிவமான துருவ ஒளிகள் சாதாரணமாகக் காணப்படுபவை. அவை நூற்றுக்கணக்கான அல்லது ஆயிரக்கணக்கான கி.மீ. அளவுக்கு நீளமும் 1-10 கி.மீ. அகலமும் கொண்டுள்ளமையால் கருத்தைக் கவர்கின்றன.

துருவ ஒளிகள் பல சமயங்களில் அவற்றின் உள்ளிடக் கட்டமைப்பைப் பொறுத்துச் சீரானவை அல்லது கீற்றுள்ளவை எனவும் அவற்றின் இயக்கத்தைப் பொறுத்து இயங்குபவை அல்லது அமைதியானவை எனவும் வகைப்படுத்தப் படுகின்றன. அவற்றின் பொலிவு அளவைப் பொறுத்து 1-4 என வகைப்படுத்தப்படும். ஆகாய கங்கைக்குச் சமமான பொலிவுள்ளவை முதல் அளவான படியிலுள்ளவையாகவும், முழு நிலவுக்குச் சமமான பொலிவுள்ளவை நான்காம் அளவான படியிலுள்ளவையாகவும் குறிப்பிடப் படுகின்றன. சாதாரண பச்சை அல்லது வெள்ளை நிறத் துருவ ஒளிகள் C வகை எனவும், முழு வானத்திலும் செந்நிறத்தைப் பரப்பி வியப்பூட்டும் திரை வடிவத் துருவ ஒளிகள் A வகை எனவும், குறிப்பிடப்படுகின்றன. மேலும் மூவகையான துருவ ஒளி வடிவங்கள் சிறப்பாகக் குறிப்பிடப்பட வேண்டியவை.

புரோட்டான்களும் எலெக்ட்ரான்களும் பொழிவதால் தோன்றும் மாலை நேர ஹைட்ரஜன் வில், மாலை நேரங்களில் துருவ ஒளி நீள் வட்டத்தின் முக்கிய பகுதியின் நில நடுக்கோட்டுப் பக்கத்தில் ஓர் அகன்ற கலங்கிய வில்லாகத் தோற்றமளிக்கிறது. அடுத்தது துருவ முகடு உட்கவர்தல் நிகழ்வு (polar cap absorption event). இது 100 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட சூரியக் காஸ்மிக் கதிர்களால் உண்டாக்கப்படுகிறது. அவை துருவ முகட்டின்

மேலும், அங்கிருந்து 60°. புவிக்காந்தக் குறுக்குக் கோடு (attitude) வரையிலுமுள்ள புவிப் பகுதியின் மேல் பரவியுள்ள வளிமண்டலத்தில் நுழையும்போது இந்த நிகழ்வை உண்டாக்குகின்றன. 60°. குறுக்குக் கோட்டிற்கு மேற்பட்ட பரப்புகளில் காஸ்மிக் கதிர்கள் மிகுதியாக நுழைவதில்லை. சூரியனில் பெருமளவு கொழுந்துச் செயல்கள் நடைபெறும்போது இவை தோன்றுகின்றன. அப்போது துருவங்களின் மேல் ஒரு பொலிவு மிக்க சீரான ஒளி உண்டாகிறது. பல சமயங்களில் அங்கு ரேடியோத் தொடர்புகள் முற்றிலுமாகத் தடை செய்யப்பட்டு விடுகின்றன. மூன்றாவதாக நடுக்குறுக்குக் கோட்டுச் சிவப்பு வில் (midlatitude red arc) எனப்படுகிற துருவ ஒளி வடிவத்தைக் குறிப்பிடலாம். ஓரளவே கண்ணுக்கப் புலப்படுகிற அகன்ற வில் வடிவமுறைய இது புவிக் காந்த அமைப்பின் கிழக்கு மேற்குத் திசைகளில் நீண்டு இருக்கும். இது 41, 60 ஆகிய புவிக்காந்தக் குறுக்குக் கோடுகளுக்கு இடைப்பட்ட வளிமண்டலத்தில் உருவாகும். தெற்கு வடக்கில் 600 கி.மீ. வரை அகலம் பெற்றிருக்கும். கிழக்கு மேற்கில் உலகம் முழுமையுமே சுற்றி வளைக்கிற அளவுக்குப் பல்லாயிரக்கணக்கான கி.மீ. நீளமிருக்கும். இந்த வில்களிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றை நிறமுடையது. 630,636.4 நானோ மீட்டர் அலை நீளங்களில் அணு நிலை ஆக்சிஜனிலிருந்து உமிழப்படும் ஒளிகள் அதில் அடங்கியுள்ளன. இதற்கு எதிரிடையாக இயல்பான துருவ ஒளிகளில் N_2, N_{+2}, O_2, O_{+2} போன்ற மூலக்கூறுகளால் உமிழப்படுகிற பல மூலக்கூற்றுப் பட்டைகளும் அணு நிலை ஆக்சிஜனாலும் நைட்ரஜனாலும் அவற்றின் அயனிகளாலும் வெளியிடப்படும் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட நிரல் வரிகளும் தென்படுகின்றன.

மிகு வியப்பூட்டும் துருவ ஒளி நிகழ்வு, துணைப்புயல் (substorm) அல்லது கலைப்பு நிகழ்வு (break up event) ஆகும். இந்தப் பெரும் இயக்கத் தன்மையுள்ள நிகழ்வு ஓர் அமைதியான வில்லிலிருந்து தொடங்குகிறது. அதிலிருந்து பல நிறங்களுள்ள செறிவுமிக்க ஒளிச் சுழல்களும், பொங்கல்களும், சுருள்களும் புறப்பட்டுத் துருவங்களை நோக்கி விரிவடைந்து, சில நிமிடங்களுக்குள் வானத்தின் பெரும்பகுதியை மூடிவிடுகின்றன. இவை பல சமயங்களில் 20 நிமிடங்கள் வரை நீடித்திருப்பதுண்டு. அவற்றுடன் தல அளவிலான காந்தப் புலத்தில் குழப்பங்களும் தோன்று கின்றன. இதிலிருந்து அந்தச் சமயங்களில் துருவ ஒளி தோன்றும் அயனிக் கோளத்தில் வலிமைமிக்க மின்னோட்டங்கள் பாய்வதை எண்ண முடியும். புலத்துடன் நேர் கோட்டில் அமைந்துள்ள மின்னோட்டங்கள் பர்க்லண்ட் மின்னோட்டங்கள் எனப்படும். இவை காந்தக் கோளத்திலிருந்து (magnetosphere) துருவ ஒளிப் பகுதிக்குள் பாய்கின்றன. துருவ ஒளியுடன் வரும் காந்த விளைவுகளுக்கு இவையே அடிப்படையாகும். செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும் இம்மின்னோட்டங்கள் துருவ ஒளி தோன்றும் அயனிக் கோளத்திற்குள் நுழையும்போது திசை மாறி 100 கி.மீ. உயரத்தில் கிழக்கு மேற்குத் திசையில் கிடையாகப் பாய்கின்றன. பின்னர் மற்ற விசைப்புலக் கோடுகளின் வழியாக அவை மீண்டும் பிளாஸ்மாப் படலத்துக்குச் சென்றுவிடும். இந்த மின்னோட்ட அமைப்பின் கிடைப்பகுதி பல சமயங்களில் 1000 கி.மீ. வரை நீளமுள்ளதாகவும் இருக்கலாம். அது துருவ ஒளி மின் பீச்சல் (auroral electrojet) எனப்படும். சில சமயங்களில் அதில் 107 ஆம்பியர் வரையிலான மின்னோட்டங்களும் கூடப் பாயும். துருவ ஒளி மின் பீச்சலுள்ள மின்னோட்ட அடர்த்தி ஒரு குறிப்பிட்ட செயல் தொடக்க அளவை மீறும்போது அதிலுள்ள பிளாஸ்மாவில் நிலையற்ற தன்மைகள் தோன்றி வியப்பூட்டும் வகையில் வளருவதன் காரணமாகத் துருவ ஒளித் துணைப் புயல்கள் தூண்டப்படுகின்றன என்பதற்கான சில தடயங்கள் கிடைத்திருக்கின்றன.

துருவ ஒளி வில்களின் விளிம்புகளில் பெரும் மின் புலங்கள் சில சமயங்களில் காணப்படுகின்றன. இப்புலங்கள் பெரும் இயக்க ஆற்றலுள்ள அயனிகளை உண்டாக்கி மேல் வளிமண்டலத்தில் ஜூல் விளைவின் காரணமான வெப்ப ஏற்ற இறக்கங்களுக்குப் பங்களிப்புச் செய்கின்றன. சில துருவ ஒளிகள் 20 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுகளுக்கும் மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ள தேவையான எக்ஸ் கதிர்ப் பாயங்களை உண்டாக்குவதுண்டு. இந்த எக்ஸ் கதிர்கள் ஸ்ட்ரேடோஸ்பியர் வரை ஊடுருவி அங்கு நைட்ரிக் ஆக்சைடு உருவாவதில் உதவுகின்றன. இதன் மூலம் அவை உலகளாவிய வானிலைப் பாங்குகளைப் பாதிக்கக்கூடும்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

துணை நூல். J.W.Chamberlain, *Physics of the Auroras and Air glow*, Academic press, New York, 1961.

துருவக் கடற்பயணம்

காண்க : அண்டார்டிகா, அண்டார்டிக்கா ஆய்வுப் பயணம், இந்தியா.

துருவங்கள்

ஒரு கோளத்தின் வெட்டுமுகமாக வரும் வட்டத்தின் தளத்திற்குக் குத்தாக இருக்கும் கோளவிட்டம், இவ்வட்டத்தின் அச்சு (axis) எனப்படும். இவ்வச்சு கோளப்பரப்பை வெட்டும் இரு புள்ளிகளும், இரு துருவங்கள் (poles) ஆகும். அச்சுக்குக்

குத்தாக வரையப்படும் பெரு வட்டத்திலிருந்து, 90° மேலோ, கீழோ கோளத்தில் துருவங்கள் அமையும். புவியின் இரு துருவங்களைச் சேர்க்கும் கோட்டின் நீட்சி, வானக் கோளத்தை வடக்கிலும், தெற்கிலும் வெட்டும் புள்ளிகள் முறையே அதன் வடதுருவம், தென்துருவம் என்பவையாகும். துருவங்களை இணைக்கும் அச்சு துருவ அச்சு (polar axis) எனப்படும். புவி அச்சின் பிற்போக்குச் சுழற்சியினால், துருவப்புள்ளி நிலையாக இராமல், ஏறக்குறைய 26000 ஆண்டுகளில் ஒரு சிறு வட்டத்தில் நகருகிறது. தற்போது வடதுருவம் சிறுகரடி மண்டலத்தில் (ursa minor), போலாரிஸ் (polaris) என்னும் விண்மீனுக்கு மிக அருகில் உள்ளது. தென்துருவம் ஆக்டன்ஸ் மண்டலத்தில் உள்ளது.

- பங்கஜம் கணேசன்

துருவ மண்டலங்கள்

புவியின் நடுவரையிலிருந்து (terrestrial equator) வடக்கே 66½° அகலாங்கிலிருந்து (ஆர்க்டிக் வட்டம் வடதுருவம் வரையிலும் உள்ள பரப்பும், தெற்கே 66½°. அகலாங்கிலிருந்து அண்டார்டிக் வட்டம் தென் துருவம் வரையிலும் உள்ள பரப்பும் துருவமண்டலங்கள் (polar regions) எனக் குறிக்கப்படுகின்றன. அதாவது, வடதுருவத்திற்கும் ஆர்க்டிக் வட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள பரப்பும், தென்துருவத்திற்கும் அண்டார்டிக் வட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள பரப்பும் துருவமண்டலங்களாகும். இவை உறைபனி மண்டலங்கள் எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன. வடதுருவமண்டலம் ஆர்க்டிக் மண்டலம் என்றும், தென்துருவ மண்டலம் அண்டார்க்டிக் மண்டலம் என்றும் வழங்கப் படுகின்றன.

அண்டார்க்டிக் மண்டலம். இது தற்போது நிலப் பொதியியல், கடலியல் இன்றியமையாமை பெற்றுள்ளது. இது தென் கோளப் பகுதியில் தென்துருவத்தைச் சுற்றியுள்ள பரந்த நிலப்பரப்பையும், பெருங்கடலையும் கொண்டுள்ளது. ஏறக்குறைய 14,000,000 கி.மீ.சதுரப் பரப்பளவுள்ள இம்மண்டலம் உலகிலேயே மிகப் பெரிய மண்டலங்களில் ஐந்தாம் நிலையில் உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் தென் பகுதி, தென் பசுபிக் பெருங்கடலின் தென் பகுதி, இந்தியப் பெருங்கடலின் தென்பகுதி ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ள நீர்ப்பகுதி அண்டார்க்டிக் கடல் எனப்படும்.

உலகிலேயே மிகமிகக் குளிரான இம்மண்டலம் ஏறக்குறைய 24,000,000 கன கி.மீ.அளவுள்ள பனியைக் கொண்டிருப்பதுடன், கடல் பரப்பிலிருந்து தென் துருவம் வரை நிலப்பரப்பு உயர்ந்து கொண்டே போய், துருவத்தினருகில் கடல் மட்டத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 2000 மீ. உயரம் பெறுகிறது. டிரான்ஸ்அண்டார்க்டிக் மலைத் தொடரால் (transantarctic mountain chain) இம்மண்டலம், கீழ்ப்பகுதி, மேல்பகுதியென இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது. செப்டம்பர் 23- மார்ச் 21ஆம் நாள் வரை அதாவது சூரியன் தென்கோளத்தில் இருக்கும் வரை, சூரிய ஒளி இம்மண்டலத்தில் கிடைக்கும். ஆனால் மார்ச் 21- செப்டம்பர் 23ஆம் நாள் வரை, சூரியன் வடகோளத்தில் உள்ளமையால் சூரிய ஒளி இன்றியும், மிகமிகக் குளிராகவும் இருக்கும். இம்மண்டலத்திற்குக் குளிர்கால இடைப்பகுதியான ஜூன் திங்களில், கடற்கரை அருகிலுள்ள பகுதிகளில் -40°C க்குக் கீழேயும், நிலப்பரப்பின் உட்பகுதிகளில், அதாவது துருவத்திற்கு அருகில் -88°C க்குக் கீழேயும் வெப்பநிலை மாறுவதாகக் கூறப்படுகிறது. இத்தகைய வெப்பநிலையினால், நிரந்தரமாக மக்கள் அங்குக் குடியேற முடியவில்லை. தாவர வகைகளும் அரிதாகவே உள்ளன. பெங்குவின் பறவை, சிறுப்பூச்சி, திமிங்கலம், மிதவை உயிரி (plankton), சீல் ஆகியவை அங்குக் கிடைக்கின்றன.

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர் பல நாடுகள் வெப்பக் காலங்களில் குறிப்பாக டிசம்பர்த் திங்களில் அண்டார்க்டிக் மண்டலத்திற்குச் சென்று ஆய்வுக் கூடங்களும் அமைத்துள்ளனர். 1982இலிருந்து இந்தியாவும், கடல் வளர்ச்சித் துறையின் (department of ocean Development) மூலம் தேர்ச்சிபெற்ற, சிறந்த அறிஞர்களை அனுப்பி ஆய்வுகள் செய்யத் தக்ஷின் கங்கோத்ரி (Dashin Gangotri) என்னும் ஒரு நிலையத்தை அமைத்துள்ளது. ஆண்டுதோறும் அறிஞர்கள் சென்று சில நாள்கள் தங்கிக் கனிம வளம், நிலவளம் போன்றவற்றில் ஆய்வுகள் நடத்துகின்றனர். நாளடைவில் ஆர்க்டிக் மண்டலம் போல் அண்டார்டிக் வளம் பெருகுமாறு ஆக்கப்படலாம்.

ஆர்க்டிக் மண்டலம். வடகோளப் பகுதியில் வட துருவத்தைச் சுற்றி ஆர்க்டிக் பெருங்கடல், சிறுசிறு தீவுகள், கிரீன்லாந்து மற்றும் ஆசியா, ஐரோப்பியா, கனடா ஆகிய நாடுகளின் வடபகுதி ஆகியன ஆர்க்டிக் மண்டலத்தில் உள்ளன. அண்டார்டிக் மண்டலத்தைப் போன்று உறைபனி இங்கு இல்லை. மேலும் கிரீன்லாந்தில் உள்ள அளவு பனி ஏனைய பகுதிகளில் இல்லையெனினும் குளிர் காலங்களில் வெப்பநிலை ஒரு சில பகுதிகளில் -30°Cக்கும் குறைவாக உள்ளது. பனிப்படலங்களும், பெரிய பாறைகளும் (ice bergs) கடலில் உருவாகிச் சில சமயங்களில் கப்பல்களுக்கு இடையூறாகவும் உள்ளன. இருப்பினும் கப்பல் போக்குவரத்து

தீவுகளுக்கிடையேயும், பல வடமுனை நாடுகளுக் கிடையேயும் முனைப்புடன் நடைபெறுகிறது. வடமுனை வழியாகச் செல்லும்போது குறுகிய தொலைவே அமைவதால் பலநாடுகளும், வானூர்திகளை நாளும் அனுப்புகின்றன.

ஆர்க்டிக் மண்டலத்தில் கனிமங்கள் மிகுந்த அளவில் கிடைக்கின்றன. நிலக்கரி அலாஸ்கா, கனடா, வடதீவுகள், கிரீன்லாந்து, சைபீரியா, நார்வே, ரஷ்யா ஆகிய நாடுகளில் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. ரஷ்யா, ஆர்க்டிக் கடலில் உள்ள சில தீவுகளில் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களை அமைத்துள்ளது. மிகவும் அரிதாகக் கிடைக்கும் தோரியம், யுரேனியம், இரும்பு, ஈயம், நிக்கல், பெட்ரோலியம் ஆகியவையும் இம்மண்டலத்தில் பல இடங்களில் கிடைக்கின்றன. கிரையோலைட் என்னும் கனிமப் படிவுகள் உலகிலேயே கிரீன்லாந்தில்தான் மிகுதியும் கிடைக்கின்றன.

வடதுருவத்திற்கருகில் தாவர வகைகள் புதர்ச் செடிகளாக உள்ளன. தெற்கே செல்லச் செல்லப் பைன் காடுகளும் சில மரங்களும் வளர்கின்றன. அழகான பூச்செடிகள் இம்மண்டலத்தில் மிகுதியும் வளர்க்கப் படுகின்றன. கரடி, முயல், கடல் நாய், திமிங்கலம் மீன் ஆகியன மிகு அளவில் தென்படுகின்றன.

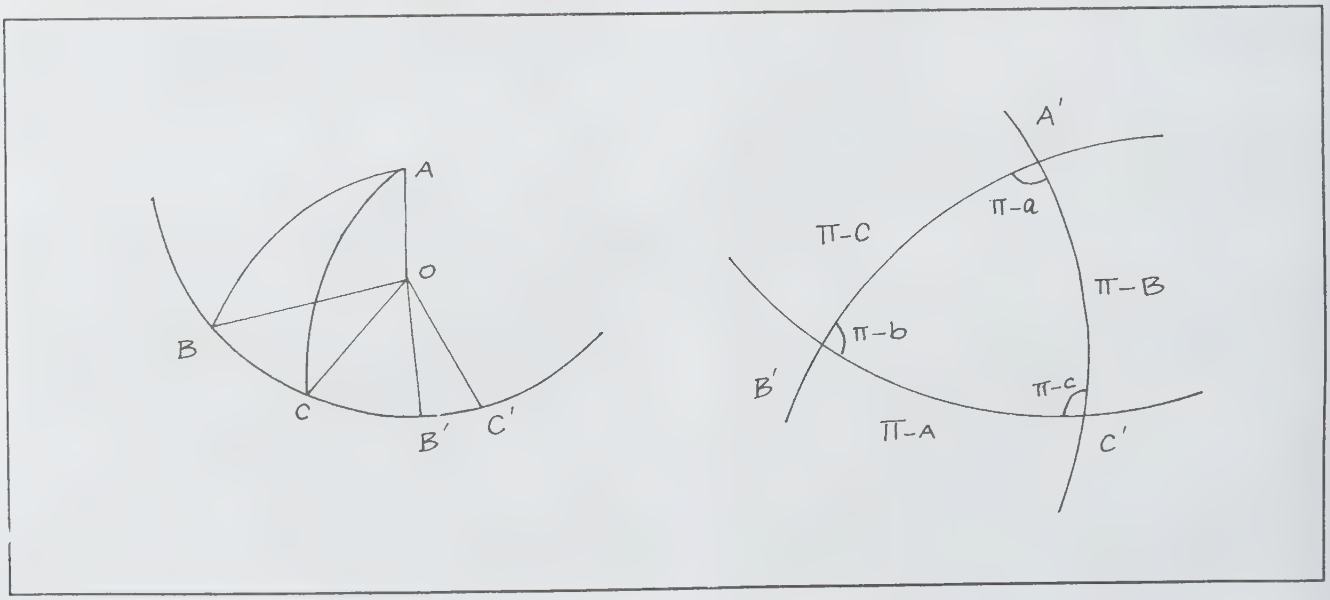
ஆர்க்டிக் மண்டலத்தில் அமெரிக்கர், மங்கோலியர் போன்ற மற்ற நாட்டு மக்கள் வசித்தாலும், எஸ்கிமோக்களே மிகுந்துள்ளனர். மக்களின் இன்றியமையா உணவு மீன், சீல், திமிங்கிலம் என்றிருப்பினும் போக்குவரத்து முன்னேற்றத் தினால் தற்போது பலவகை உணவுப் பொருள்களும் கிடைக்கின்றன. விலங்குகளின் தோல்களினால் செய்யப் படும் உடைகள் இங்கு வாழும் மக்களால் அணியப் படுகின்றன. இப்பகுதியில் மார்ச் 21 செப்டம்பர் 23ஆம் நாள் வரை சூரியன் வடகோளத்தில் உள்ளனமையால், நல்ல சூரிய ஒளி இருக்கும். செப்டம்பர் 23 மார்ச் 21ஆம் நாள் வரை மிகக் குளிராக இருப்பதுடன் சூரிய ஒளியுமிராது.

- பங்கஜம் கணேசன்

துருவ முக்கோணம் (வானியல்)

ஒரு கோளத்தின் மேற்பரப்பில் கோள முக்கோணம் ABC இன் பக்கங்கள் AB, BC, AC ஆகியவை பெருவட்டங்களின் விற்களாகும் (arcs of great circles). BC என்னும் பெருவட்டத்திற்கு A ஒரு துருவமும், AO வின் நீட்சி கோளப்பரப்பை வெட்டும் A′ மற்றொரு துருவமும் ஆகும். இவ்வாறே B′, C′ ஆகியவை CA, AB களின் துருவங்களாகும். A′, B′, C′ ஆகிய புள்ளிகளை மூன்று பெருவட்ட விற்களால் சேர்ப்பதால் அமையும் கோள முக்கோணம், கோள முக்கோணம் ABC இன் துருவ முக்கோணம் (polar triangle) எனப்படும். முக்கோணம் A′B′C′ இன் உறுப்புகள் முக்கோணம் ABCஇன் உறுப்புகளின் மிகை நிரப்பிகளாகும். (அ-து) $B' - C' = \pi - A$, $C'A' = \pi - B$; $A'B' = \pi - C$; $A' = \pi - a$; $B' = \pi - h$; $C' = \pi - c$ மேலும் மூல முக்கோணம் (primitive triangle) எனப்படும் முக்கோணம் ABC, முக்கோணம் A′B′C′இன் துருவ முக்கோணம் ஆகும். அதாவது முக்கோணங்கள் A′B′C′, ABC ஒன்றுக்கொன்று துருவ முக்கோணங்களாகும்.

- பங்கஜம் கணேசன்



துருவல் எந்திரம்

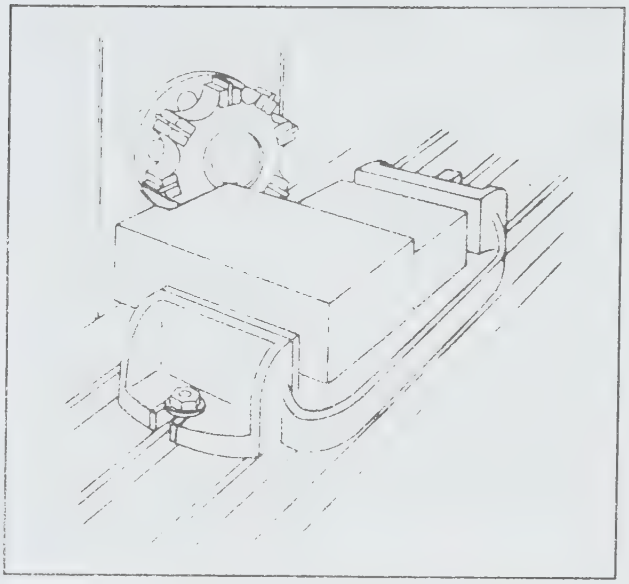
பணிமனைகளில் உறுப்புகளை உருவாக்கப் பயன்படும் எந்திரங்களில் இது இன்றியமையாததாகும். இதில் பல முனைகள் கொண்ட சுழலும் வெட்டுளி காணப்படும். இவ்வெட்டுளி உலோகத்தைச் சீவி எடுக்கும். எனவே இவ்வெந்திரம் துருவல் எந்திரம் (milling machine) எனப்படுகிறது. சிறிய மற்றும் நடுத்தரப் பருமனுடைய உறுப்புகளில் சமதளங்கள், காடிகள், படிகள், சாவிக்காடிகள், வளைபரப்புகள், பற்சக்கரங்கள், சங்கிலிச் சக்கரங்கள் (sprocket wheel) ஆகியவற்றை வெட்ட இவை பயன்படுகின்றன.

துருவல் எந்திர வகைகள்

அமைப்பு, பருமன், செய்யும் பணி ஆகியவற்றைக் கொண்டு துருவல் எந்திரம் 8 வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கிடைமட்டத் துருவல் எந்திரம் (horizontal milling machine), பொதுத் துருவல் எந்திரம் (Universal milling machine), செங்குத்து துருவல் எந்திரம் (vertical milling machine), நிலைமேடைத் துருவல் எந்திரம் (fixed bed milling machine), பேரிழைப்புத் துருவல் எந்திரம் (plane milling machine), மரை வெட்டுத் துருவல் எந்திரம் (thread milling machine), வடிவம் வெட்டுத் துருவல் எந்திரம் (copy milling machine), உளிகள் வெட்டுத் துருவல் எந்திரம் (tool milling machine) என்பன

கிடைமட்டத் துருவல் எந்திரம். வார்ப்பிரும்பாலான இது வலிமையான அடித்தளத்தின்மீது, உள்ளக அமைப்புடன் இணைந்துள்ளது. இந்தக் கூட்டின் மேற்புறத்தில் மேல்விட்டம் (over arm) உள்ளது. இதனைக் கூட்டின் மேல் முன்னும் பின்னும் நகர்த்திக் கீழே இறக்கிக் கொள்ளலாம். விட்டத்தின் முன்புறம், மென்தண்டுடைய (arbour) தாங்கு கட்டை (support bracket) உள்ளது. இப்பொருத்தி கூட்டின் உட்புறம் உள்ள சுழல் தண்டோடு (spindle) அதன் முன்புறம் உள்ள கம்புத்துளையில் (taper hole) இணைக்கப்படுகிறது.

இப்பொருத்தியின் மேல் பணிக்குத் தகுந்த துருவல் உளிகள் பொருத்தப்படுகின்றன. முன்புறம் உள்ள தாங்கு கட்டை, பொருத்தியை வளையாமல் தாங்கிக் கொள்கிறது. சுழல் தண்டும், அதனோடு இணைந்துள்ள பொருத்தியும், துருவல் உளியும், கூட்டின் உட்புறம் உள்ள எந்திர அமைப்பினால் வேண்டிய சுழல் வேகத்தில் சுழற்றப்படுகின்றன. இதற்குப் படிக்கூம்பு உருளை அமைப்பு (step cone pulley) அல்லது பற்சக்கரப்பெட்டி அமைப்புப் (speed gear box) பயன்படுகிறது.



படம் 1. கிடைமட்டத் துருவல் எந்திரம்

கூட்டின் முன்புறம் நீள் சதுர வடிவ மேடை உள்ளது. இதன்மேல் பணி மற்றும் துணைக் கருவிகளைப் பிடிப்பதற்காக T-வடிவக் காடிகள் (T-slots) உள்ளன. மேடையில் விழும் குளிரூட்டி நீர்மம் சுற்றிலும் வழிந்து ஓட (coolant) ஒரு காடி உள்ளது. மேடைச் சேணத்தின் (saddle) மீது குறுக்கு நழுவி(cross slide) முன்பின்னாக நகரும்படி உள்ளது. மேலும், திருகுதண்டும் (screw rod) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இது தவிர, குளிரூட்டி நீர்மக்குழாய், ஊட்ட வேகமாற்றி அமைப்பு (feed rate change gears) ஆகியவையும் உள்ளன.

பொதுத் துருவல் எந்திரம். படுக்கை நிலை துருவல் எந்திரத்தை விட இது சில சிறப்புப் பண்புகளைக் கொண்டது. இந்த எந்திரத்தில் மேடையைச் சேணத்தின் மீது சாய்த்து அமைத்து இறுக்கிவிட முடியும். இதன் அடித் திரும்பு தளத்தை (swivel head) வேண்டிய கோணத்திற்குத் திருப்பி அமைப்பதால், சாய்வாக மேடையை நகர்த்தவும், திருகு சுழல் தவிர, தாங்கு கட்டை, பொருத்தி ஆகியவற்றைக் கழற்றிவிட்டு, மேல் விட்டத்தைப் பின்னால் நகர்த்திய பின், பல துணைக்கருவிகளை (attachments) இணைத்து இயக்க முடியும். செங்குத்துத் துருவல் துணைக்கருவி, காடி வெட்டும் துணைக்கருவி (slotting attachment) போன்றவற்றை இணைத்து இவ்வெந்திரத்தின் பயன்பாட்டை மிகுதியாக்கலாம்.

செங்குத்துத் துருவல் எந்திரம். இந்த எந்திரத்தில் அடிப்பகுதித் துருவல் (end mill) எனப்படும் உருளை வடிவ உளி, செங்குத்து அச்சில் சுழன்று உலோகத்தைத் துருவி வெட்டி எடுக்கிறது. இதன் தலைப்பகுதிகளைச்

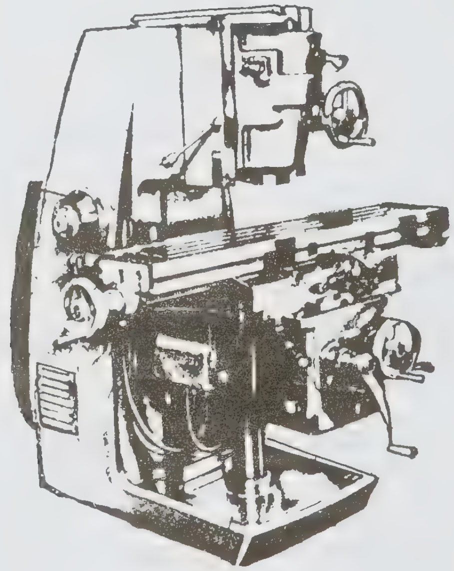
செங்குத்தாகவோ இடம், வலமாகச் சாய்த்தோ அமைக்கலாம். தலைப்பகுதியில் உள்ள சுழல் தண்டிற்குக் கூட்டின் உட்புறம் உள்ள பற்சக்கரப் பெட்டியிலிருந்து கூம்புப் பற்சக்கரங்கள் (bevel gear) வழியாகச் சுழல்விசை கிடைக்கிறது. சுழல்தண்டின் அடிப்புறத்தில் உள்ள கூம்புத் துளையில் துருவல் உளி பொருத்தப்படுகிறது. உளி கீழே விழாமல் இருக்கச் சுழல் தண்டின் பின்புறத்திலிருந்து ஒரு மரையிட்ட கம்பியை நுழைத்து மேலே இழுத்துப் பிடிக்குமாறு உளி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேடை, சேணம் ஆகியவை படுக்கை நிலை துருவல் எந்திரம் போலவே அமைந்திருக்கும்.

நிலைமேடைத் துருவல் எந்திரம். இந்த எந்திரத்தில் மேடை ஒரு நிலைத் திண்ணையின் (fixed bed) மேல் நகரும்படிப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதனால் மேடை மிக உறுதியாக உள்ளமையால், அதிக வெட்டாழம், வெட்டுவேகம், ஊட்டம் ஆகியவற்றைக் கொடுக்க முடியும். பேருற்பத்தி (mass production) முறைகளில் இவ்வெந்திரங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

பேரிழைப்புத் துருவல் எந்திரம். இது பேரிழைப்பு எந்திரம் (planning machine) போன்ற அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். இதில் உளிப்பெட்டிக்குப் பதிலாக, மின் இயக்கியுடன் கூடிய செங்குத்துத் துருவல் அமைப்பு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் மேல்புறத்திலும், பக்கவாட்டிலும் துருவல் உளிகளைப் பொருத்தலாம். மேடை மெதுவாக முன்னும் பின்னும் அசையும்போது வெட்டுதல் நடைபெறுகிறது. கடைசல் எந்திரத் திண்ணைகள், பெரிய வார்ப்படங்கள் போன்றவை இவ்வெந்திரத்தில் உருவாக்கப்படுகின்றன.

மரைவெட்டுத் துருவல் எந்திரம். இவ்வெந்திரம் நீண்ட மரைத் தண்டுகளை வெட்டவும், புழுப்பற்சக்கரத் தொகுதியில் (worm gear) பற்களை வெட்டவும் பயன்படுகிறது.

வடிவம் வெட்டுத் துருவல் எந்திரம். வளைபரப்புகள், காடிகள், திரிமுனை (cam), வார்ப்பு அச்சுகள், நெகிழிப் படிவ அச்சுகள் ஆகியன இந்த எந்திரத்தில் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த எந்திரம் அமைய வேண்டிய வடிவத்திற்கான படிவப் பலகை (master - template) பொருத்தப்படும். இதன் மேல் நகரும் படிவக்கோல் (tracer) உளியின் அசைவைக் கட்டுப்படுத்தும்போது வேண்டிய பணியைப் படிவத்தின் வடிவிற்கே உருவாக்குகிறது.



பேரிழைப்புத் துருவல் எந்திரம்

உளி வெட்டுத் துருவல் எந்திரம். இது உளிப் பட்டறைகளில் (tool room) பயன்படுகிறது. உளிக் கோணங்களுக்கு ஏற்றவாறு இதன் செங்குத்துத் துருவல் அமைப்பை, இடம் வலமாகவோ, முன்பின்னாகவோ சாய்த்து அமைத்துப் பணி புரியலாம்.

துருவல் உளி வகைகள். துருவல் உளிகளை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை கிடைமட்ட எந்திரத்தில் பயன்படும் தட்டு வடிவத் துருவல் உளி (disc type milling cutter), செங்குத்துத் துருவல் எந்திரத்தில் பயன்படும் உருளை வடிவத் துருவல் உளி (end milling cutter) என்பன. உருளை வடிவத் துருவல் உளியின் மேற்புறத்தில் மோர்ஸ் அல்லது ISO நியமக் கூம்பு உள்ளது. இது சுழல் தண்டில் உள்ள உட்புறக் கம்பியில் சரியாகப் பொருந்துமாறு உள்ளது. இவ்வுளிகளில் பல வெட்டுமுனைகள் உள்ளன. வெவ்வேறு பணிகளுக்கு ஏற்ப வெவ்வேறு வடிவங்களிலும் அளவுகளிலும் இவை உள்ளன. இவ்வுளிகளில் சரியான வெட்டுங் கோணமும் (rack angle) இடைவெளிக் கோணமும் (clearance angle) கொடுத்துச் சாணை தீட்டப்படல் வேண்டும். பல வகைத் துருவல் உளிகளின் வகை பின்வருமாறு:-

மட்டம் துருவல் உளி (slab milling cutter), காடி வெட்டும் துருவல் உளி (slot milling cutter), பக்கம் வெட்டும் துருவல் உளி (side & face milling cutter), கோணம் வெட்டும் துருவல் உளி (angle milling cutter), வடிவம் வெட்டும் துருவல் உளி (form milling cutter), பற்சக்கரம் வெட்டும் துருவல் உளி (gear milling cutter), உருளை வடிவத் துருவல் உளி (end milling cutter), சமதள வெட்டும் துருவல் உளி (face milling cutter), T வடிவக் காடி வெட்டும் துருவல் உளி (T-slot milling cutter).

உறுப்புகளை நிறுத்தும் முறைகள். துருவல் எந்திரத்தின் மேடையின்மீது, வெட்டப்பட வேண்டிய உறுப்புகள் நேரடியாகவோ, பிடிப்பான்களைக் கொண்டோ இணைத்து இறுக்கப்படுகின்றன. பெரிய பணிகளில் நேரடியாக மேடை மீது T வடிவ மரையாணி, பட்டை, கட்டை ஆகியன கொண்டு நிறுத்தப்படுகின்றன. உருளை வடிவப் பகுதிகள், V வடிவக் கட்டையில் வைத்து நிறுத்தப்படுகின்றன. சில பணிப் பொருள்கள் தாங்கித் தண்டுகளில் (mandrels) பொருத்தப்பட்டு, உருளைப் பிடிப்பான்களில் (chuck) நிறுத்தப்படுகின்றன. மேடைப் பிடிப்பான் (bench vice) கொண்டும் பணி நிறுத்தப்படும். மிகு அளவு உற்பத்தி செய்யும்போது பணிக்குத் தக்கவாறு சிறப்புப் பிடிகள் (fixtures) செய்யப்பட்டு விரைவாகவும் இறுக்கமாகவும், சீராகவும் நிலைப்படுத்தப்படுகின்றன.

துருவல் எந்திரத்தில் செய்யப்படும் பணிகள். படுக்கை வாட்ட மற்றும் செங்குத்துத் துருவல் எந்திரங்களில் செய்யக்கூடிய பணிகளின் வகைகளும் உளிகளும் படம் 5இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. உறுப்புகளை மேற்கூறிய முறையில் இறுக இணைக்க வேண்டும். சரியான துருவல் உளியைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். மற்றும் சரியான வெட்டுவேகம், ஊட்டம், வெட்டாழம், குளிரூட்டு நீர்மம் ஆகியவற்றுடன் பணியைச் செய்து முடித்தல் வேண்டும். இதில் சமதளம் எடுத்தல், காடி எடுத்தல், ஓரம் வெட்டுதல், பிடி வெட்டுதல் ஆகியவற்றைச் செய்யலாம். மேலும் எடுக்க வேண்டிய வடிவிற்குத் தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட உளிகள் மூலம், உள் வளைபரப்பு, வெளிவளை பரப்பு, கோணப்பரப்பு ஆகியவற்றை வெட்டலாம். பற்சக்கரங்கள், சங்கிலிப் பற்சக்கரங்கள் மற்றும் வளைபரப்புக் காடிகள் (splines) ஆகியவற்றை அவ்வவ் வடிவ உளிகளைக் கொண்டு வெட்டலாம்.

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட துருவல் உளிகளை வேண்டிய இடைவெளி விட்டு அமைத்து, சமதளம், படிகள் இவற்றை வெட்டும் முறைக்குத் தொகுப்புத் துருவல் (straddle milling) எனப்பெயர். ஒரே உறுப்பில், சமதளம், சாய்தளம், காடி மற்றும் வளை பரப்பு அனைத்தும் காணப்படின், அவ்வவ் வடிவிற்கும் அகலத்திற்கும் செய்யப்பட்ட துருவல் உளிகளைப் பக்கம் பக்கமாக அமைத்து ஒரே கூட்டாக வெட்டுதல் கூட்டுத் துருவல் வெட்டுதல் (gang miling) எனப்படுகிறது. இம்முறைக்கு உறுதியான சேணமும், மிகு குதிரைத் திறனும் தேவை.

செங்குத்துத் துருவல் எந்திரத்தில் சமதளம், சாய்தளம், காடிகள், சாவிக் காடிகள், T வடிவக் காடிகள், இருபுறக் கோணக் காடிகள் (dove tail slot) ஆகியவற்றை வெட்டலாம். இதற்கு, ஏற்ற உளிகளைச் சரியான அளவிற்குத் தேர்ந்தெடுத்தல் இன்றியமையாததாகும்.

துணைக் கருவிகளும் பயன்பாடும்

துருவல் எந்திரங்களுக்குக் குறிப்பாகப் பொதுத் துருவல் எந்திரத்திற்குக் கீழ்க்காணும் துணைக்கருவிகள் உள்ளன. இவை எந்திரத்தின் பயனீட்டு அளவை மிகுதியாக்குகின்றன. அவை :

திருப்பிக் கொடுக்கும் பிடி (indexing head), பின் தாங்கி (tail stock), செங்குத்துத் துருவல் துணைக் கருவி (vertical milling attachment), காடி வெட்டும் துணைக் கருவி (slotting attachment), பல்வழித் துருவல் துணைக் கருவி (universal milling head), பல் தண்டு வெட்டுத் துணைக் கருவி (rack milling attachment) என்பன.

இவ்வகைத் துணைக்கருவிகளில் திருப்பிக் கொடுக்கும் பிடியும் பின் தாங்கியும் மிக இன்றியமையாதவை. நேர் பற்சக்கரம், சுழல் பற் சக்கரம் (helical gear), சங்கிலிப் பற்சக்கரம், வளைபரப்புக் காடி ஆகியவற்றை வெட்ட இந்த அமைப்புப் பயன்படுகிறது.

திருப்பிக் கொடுக்கும் பிடி. இது துருவல் எந்திரத்தில் இன்றியமையாத் துணைக் கருவி ஆகும். இது ஓர் உருளையை, வேண்டிய எண்ணிக்கையில் சம பகுதிகளாகப் பிரிக்கவோ, வேண்டிய கோணத்திற்கு உறுப்பைத் திருப்பவோ பயன்படுகிறது. இதில் 40:1 என்னும் விகிதத்தில் புழுப் பற்சக்கரம் உள்ளது. அதாவது புழுப் பற்சக்கரங்கள் 40 சுற்றுக்குச் சக்கரம் ஒரு முறை சுற்றும். எனவே, பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடு இதில் பயன்படுகிறது.

$$\text{புழுப்பற்சக்கரச் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை} = \frac{40}{\text{பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை}}$$

எ-டு. : ஓர் உருளையை 8 பிரிவுகளாகப் பிரிக்க வேண்டுமானால் $\frac{40}{8} = 5$ முறை புழுப் பற்சக்கரம் சுற்ற வேண்டும். 6 பிரிவுகளாகப் பிரிக்க $\frac{40}{6} = 6\frac{2}{3}$ சுற்றுகள் சுற்ற வேண்டும். இதில் $\frac{2}{3}$ சுற்றுகள் சுற்றுவதற்குத் துளையிட்ட தட்டு (hole circle plate) அமைப்பைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதில் உள்ள சம இடைவெளித் $\frac{2}{3}$ துளைகளில் வரக்கூடிய வகையில் தேர்ந்தெடுக்கலாம். எ-டு: 6 முழுச் சுற்றுகளும், 33 துளை உள்ள வட்டத்தில் 11 துளைகளும், $6\frac{2}{3}$ சுற்றுகளுக்குச் சமம் ஆகும். இவ்வாறே தேவையான பிரிவுகளுக்குக் கணக்கிட்டுப் பொருந்தாதவையாக இருந்தால் வேறுபாட்டமைப்புத் திருப்புதல் (differential indexing), கூட்டு விகிதத் திருப்புதல் (compound indexing) ஆகிய முறைகள் பயன்படுகின்றன.

பற்சக்கரம் வெட்டுதல். பற்சக்கரம் வெட்ட வேண்டிய உருளையை மென் தண்டில் பொருத்தி, திருப்பிக்கொடுக்கும் பிடியில் பிடிக்க வேண்டும். வேண்டிய பற்சக்கரத்திற்கான துருவல் உளியைப் பணிப் பொருளின் மையத்துக்குக் கொண்டு வந்து உச்சியிலிருந்து தேவையான வெட்டாழமான பல்லின் உயரத்திற்குக் கொடுக்க வேண்டும். பின்னர் உளியைச் சுழலவிட்டு, ஒரு பல் இடைவெளியைத் தகுதியான ஊட்டத்தில் வெட்டவும், பின்பு, திருப்பிக் கொடுக்கும் அமைப்பைப் பயன்படுத்தி, வேண்டிய பற்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்பக் கணக்கிட்டு மீண்டும் மீண்டும் வெட்டவும் வேண்டும். திருகு சுழற் பற்சக்கரம் வெட்ட, பற்சக்கரத்தின் திருகுசுழல் கோணத்திற்கு (helix angle) மேடையைத் திருப்பி அமைக்க வேண்டும். மேலும் மேடையை நகர்த்தும் மரைத் தண்டு, திருப்பிக் கொடுக்கும் பிடியின் தண்டு ஆகியவற்றைச் சரியான திரும்பு விகிதத்திற்குப் பற்சக்கரங்களால் இணைக்க வேண்டும். இவ்வாறே கூம்புப் பற்சக்கரத்தையும் இம்முறையில் வெட்டலாம். இதற்குப் பற்சக்கர உறுப்பினை, அதன் அடிக்கோணத்திற்குத் திருப்பி அமைத்து வெட்டுதல் வேண்டும்.

வெட்டுவேகம், வெட்டாழம், ஊட்டம். வெட்டப்படும் உலோகத்தின் நீள்திறன் (tensile strength), கடினம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும், உளியின் உலோகம், மிகுவேக எஃகு (high speed steel) அல்லது டங்ஸ்டன் கார்பைடு என்பதைப் பொறுத்தும், பணி முறையைப் பொறுத்தும், துல்லியமற்ற வெட்டு (rough cut) அல்லது முடிவு அல்லது மெருகுவெட்டு (finish cut) என்பதைப் பொறுத்தும், வெட்டு வேகம், வெட்டாழம், ஊட்டம் ஆகியன தெரிவு செய்யப் படுகின்றன. உளியின் விட்டம், சுழல் வேகம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு அந்த வேகத்தில் உளியைச் சுழலச் செய்யவேண்டும். துல்லியமற்ற வெட்டு அல்லது மெருகு வெட்டு என்பதைப் பொறுத்து வெட்டாழம் அல்லது ஊட்டம் மிகுதியாகவோ குறைவாகவோ கொடுகக வேணடும். குறைந்த வெட்டாழம், ஊட்டம் ஆகியவை மிகு துல்லியமான அளவையும் (accurate dimension), பரபபு ஒளிர்வையும (surface finish) கொடுக்கும்.

– வெ.இராமச்சந்திரன்

துருவ விண்மீன்

தென், வடகோள வானத்துருவங்களுக்கு மிக அருகிலிருக்கும் விண்மீன் துருவ விண்மீன் (pole star) எனக் குறிக்கப்படும். (புவி அச்சின் தலையாட்டத்தால்) அயன சலனப் போக்கினால் ஏறக்குறைய 26,000 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை துருவங்கள், சிறு வட்டத்தில் சுழல்கின்றன. கி.மு.2500 ஆண்டில் துபானில் (thuban) உள்ள விண்மீன் ஒன்றும், கி.பி. 1ஆம் ஆண்டில் கோச்சாபில் (Kochala) உள்ள விண்மீன் ஒன்றும் துருவ விண்மீனாகக் குறிக்கப்பட்டன. தற்போது சிறுகரடி விண்மீன் குழுவில் உள்ள, இரண்டாம் பொலிவு பரிமாணம் உடைய விண்மீன் துருவ விண்மீன் எனப்படுகிறது. இது வட துருவப் புள்ளியிலிருந்து 1° க்கும் குறைவான தொலைவில் இருக்கிறது. வடகோளத்தில் உள்ளவர்கள் சாதாரணமாகத் துருவ விண்மீனைக் காணமுடியும். மாலுமிகள் இதன்மூலம் திசையைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது.

ஆனால் தென்துருவ விண்மீன், ஐந்தாம் பொலிவு பரிமாணமுடையதாக, மிகவும் மங்கலாக உள்ளமையால் தொலைநோக்கியின்றிக் காணமுடிவதில்லை.

- பங்கஜம் கணேசன்

துருவு சுருள்

ஒரு காந்தப் புலத்தின் சிறிய பகுதியிலிருக்கும் பெருக்கு அடர்த்தியை அளக்கப் பயன்படும் சுருளே துருவு சுருள் (search coil) எனப்படுகிறது. இச்சுருள் தேடு சுருள் என்றும் தேட்டச் சுருள் என்றும் வழங்கப்படுகிறது.. வளையும் முனைகளைப் பயன்படுத்தி இச்சுருள் துடிப்பு மின்னோட்டங்காட்டியில் (ballistic galvanometer) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இச்சுருளின் தள அச்சு, காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக இருப்பின் சுருளில் உள்ள பெருக்கம் $\phi = BA$ எனப்படும். இதில் A என்பது சுருளின் பரப்பையும், B என்பது காந்தத் தூண்டத்தையும் குறிக்கின்றன.

சுருளைக் கால்சுற்று திருப்பினாலோ புலத்திலிருந்து B-சுழியாக இருக்கும் இடத்திற்கு நகர்த்தினாலோ, சுருளிலுள்ள பெருக்கம் BA யிலிருந்து சுழியாக மாறும். இம்மாற்றத்தினால், e என்னும் கன மதிப்பைக் (instantaneous value) கொண்ட மின்னியக்கு விசையும் i என்னும் கன மதிப்பைக் கொண்ட முடிய சுற்று மின்னோட்டமும் உண்டாகும். எனவே,

$$i = \frac{e}{R} \qquad \ldots\ldots \qquad (1)$$

இதில் R என்பது முழுச் சுற்றின் தடையாகும். சுருளிலுள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை N எனக் கொண்டால்,

$$e = -\frac{Nd\phi}{dt} \qquad \ldots\ldots \qquad (2)$$

(1) இலிருந்து $i = -\frac{N}{R}\frac{d\phi}{dt}$

எனவே $\int_0^t i\,dt = q$

$$= \int_0^t \left(-\frac{N}{R}\frac{d\phi}{dt}\right)dt$$

$$= -\frac{N}{R}\int_\phi^0 d\phi = \frac{N\phi}{R}$$

$$\phi = \frac{R}{N}q$$

இம்மதிப்பை $B = \frac{\phi}{A}$ இல் பிரதியிட

$$B = \frac{Rq}{NA} \text{ என வரும்}$$

துடிப்பு மின்னோட்ட அளவியின் விளக்கம் மின்னூட்டம் q விற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். எனவே, அக்கருவி ஒழுங்காக அளவீடு செய்யப்பட்டிருந்தால். B இன் மதிப்பை அறுதியிடலாம். சுருள் சிறிது நேரம் நிலையாக மின்னோட்ட அளவியுடன் இணைக்கப்பட்டு அளவீடு செய்யப்படும்.

புலத்தின் திசை துல்லியமாகத் தெரியாவிட்டால், சுருளின் தளத்தைப் பல திசைகளில் வைத்துப் பல காட்சிப் பதிவுகளை (readings) எடுக்கலாம். சுருளில் தளம் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்போது பெரும் விலக்கம் கிடைக்கும். இதிலிருந்து புலத்தின் அளவையும் திசையையும் அறியலாம்.

- இரா. இந்து

துலங்கல்

ஒலிவாங்கி, மிகைப்பி, ஒலிபெருக்கி ஆகிய கருவிகள் அல்லது அமைப்புகளின் செயல்முறையைத் தெரிவிக்கும் ஓர் அளவைக் குறிப்பு முறையைத் துலங்கல் (response) என்பர். ஒரு கருவி இயங்கும் அனைத்து அதிர்வெண்களிலும் அதன் வெளியீட்டுக் குறிப்பலை, உள்ளீட்டுக் குறிப்பலைக்கு நேர்விகிதத்தில இருப்பின் நேரியல் துலங்கல் (linear response)

எனப்படுகிறது. வெளியீட்டுக் குறிப்பலை, உள்ளீட்டுக் குறிப்பலைக்கு மடக்கைத் தொடர்புடையதாக இருப்பின், அது மடக்கைத் துலங்கல் (logarithmic response) எனப்படுகிறது. ஒரு கருவியின் துலங்கல் பொதுவாக ஒரு வரைபடத்தில் வளைகோடாகப் புலப்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வளைகோட்டில், 1000Hz போன்ற சில குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்களையொட்டித் துலங்கலின் விலகல் குறிப்பிடப்படுகிறது. எ-டு: மிகைப்பியின் அதிர்வெண் துலங்கல் வளைகோடு.

- டி.சரோஜா

துலாம்

தென்வானக் கோளத்தில் கன்னி (Virgo), விருச்சிக (Scorpio) விண்மீன் குழுக்களுக்கு இடையே அமைந்துள்ள ஒரு சிறிய விண்மீன் குழுவிற்குத் துலாம் (Libra) என்று பெயர். 538.1 சதுரப் பாகையில் அமைந்துள்ள இக்குழுவில் 83 சிறிய விண்மீன்களைக் காணலாம். இலையுதிர் சம இரவுப் புள்ளியைக் (autumnal equinox) குறிக்கும் என்னும் குறியீடு, துலா இராசியைக் குறிக்கிறது. முதன் முதலாகக் கிரேக்கர்கள், இவ்விண்மீன் குழுவை விருச்சிகக் குழுவின் கொடுக்காகக் கருதினார்கள். பின்னர் ரோமானியர், துலாம் என்னும் பொருள்படும் '*Libre*' என்னும் சொல்லைப் பயன்படுத்தினர்.

இவ்விண்மீன் குழுவுக்கு, நிறை, தூக்கு, துலை என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இராசிச் சக்கரத்தில் ஆறாம் நிலையாக முன்னர்க் கருதப்பட்ட துலாம் தற்போது எட்டாம் நிலையிலிருந்தாலும், ஏழாம் இராசியாகவே கருதப்படுகிறது. இலையுதிர் சமஇரவுப் புள்ளியில் சூரியன் செப்டம்பர்த் திங்கள் 23ஆம் நாள் உள்ளமையால், இரவு, பகல் நேரங்கள் சமமாக இருக்கின்றன. ஆயினும், சம இரவுப் புள்ளிகளின் பிற்போக்குச் சுழற்சியினால் (Precession), ஏறக்குறைய 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் துலா இராசியில் இருந்த சமஇரவுப்புள்ளிகளுக்குத் தற்போது விருச்சிக இராசியில் இருக்கிறது.

- பங்கஜம் கணேசன்

துவரை

இதன் தாவரவியல் பெயர் கஜானஸ் கஜான் (*Cajanus Cajan*) ஆகும். இது ∴பேபேசி எனப்படும் இருவிதையிலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். துவரைக்குச் சிவப்புத் தானியம் (red gram), புறாப் பட்டாணி (pigeon pea), காங்கோப் பட்டாணி (congo pea), கண்ணற்ற பட்டாணி (non-eyed pea) என்னும் பெயர்களுமுண்டு. இதன் தாயகம் ஆப்ரிக்கா என்று கருதப்படுகிறது. துவரை விதைகள் எகிப்திய பிரமிட் கல்லறைகளில் காணப்படுவதால் இத்தாவரம் கி.மு.2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே பயிரிடப்பட்டு வந்ததாகத் தெரிகிறது. இப்பயிர் அமெரிக்கக் கண்டங்களுக்குக் கொலம்பஸ் காலத்திற்குப் பின்னால் எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. தற்சமயம் இப்பயிர் வெப்ப மற்றும் மித வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் மிகுதியாகப் பரவியுள்ளது. இந்தியா துவரை சாகுபடியில் முதலிடம் பெற்றுள்ளது.

வளரியல்பு. துவரை ஆழமான வேர்த் தொகுதியைக் கொண்டமையால் வறட்சியைத் தாங்கக்கூடியது. அனைத்து மண் வகைகளிலும் வளரக்கூடிய இது, பல் பருவத் தாவரமானபோதும் ஒரு பருவத் தாவரமாகவே பயிரிடப்படுகிறது.

இலை. சுழல் மாற்றிலையடுக்கு அமைப்புடையது. கூட்டிலை 3 சிற்றிலைகள் கொண்டது. இலையடிச் செதில்கள் முட்டை வடிவானவை. சிற்றிலையடிச் செதில்கள் சிறியவை. இலைக்காம்பு, பருத்து இலையடி முண்டாக (pulvinus) மாறியிருக்கும். சிற்றிலைகள் ஈட்டி முனை அல்லது நீண்ட முட்டை வடிவம் கொண்டவை. இரு பரப்பிலும் தூவி கொண்டவை; கீழ்ப்பரப்பில் சுரப்பிகள் உண்டு.

மஞ்சரி. தண்டு நுனி அல்லது இலைக் கோணத் தனித்துணர் (raceme) மஞ்சரியாகும்.

துவரை (*Cajanus cajan*)

மலர். பூவடிச் செதில், பூக்காம்புச் செதில்களுடையது. இருபால், முழுமையாக, இருபக்கச் சமச்சீர் உடைய 5 அங்க மலர்கள் காணப்படும். மேல் மட்டச் சூலகம்; புல்லிவட்டம் 4 மடல்கள் உடையது; மேலும் இரண்டு மடல்களும் ஒன்றாக இணைந்திருக்கும். அல்லிவட்டம் 5 அல்லி இதழ்கள் உடையது; வண்ணத்துப் பூச்சி வடிவானது; கொடி அல்லி வட்ட வடிவானது; மஞ்சள் நிறத்துடன் மேற்பகுதி சிவப்பு அல்லது ஊதா நிறம் கொண்டிருக்கும். இறகு அல்லிகளும், படகு அல்லிகளும் மஞ்சள் நிறமானவை.

மகரந்தத்தாள் வட்டம். மகரந்தத்தாள்கள் 10, இரு கற்றைகள் (9+1); மகரந்தக் கம்பிகள் வேறுபட்ட உயரமானவை. இரு மகரந்தப்பை உண்டு; சூலக இலை ஒன்று; சூலக அறை ஒன்று; சிறு சூலகக் காம்பு உண்டு; சூல்கள் பல; ஒரு வரிசையில் விளிம்பொட்டு முறையில் அமைந்திருக்கும். சூலகத் தண்டின் அடிப்பகுதியும், சூலகத்தின் அடிப்பகுதியும் தூவிகள் கொண்டவை. சூலகமுடி தலை வடிவமானது.

கனி. இருபுற உலர் வெடி கனி (legume) வகையைச் சார்ந்தது. தட்டையானது; கனித் தோலில் விதைகள் இருக்கும் பகுதிகளுக்கு இடையில் பள்ளங்கள் உண்டு. கனி 2 - 8 விதைகள் கொண்டது. விதைகள் பல வகை வடிவமும், நிறமும் கொண்டவை.

மகரந்தச் சேர்க்கை. தன் அல்லது அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை, குளவி போன்ற பூச்சிகள் மூலம் நடைபெறும். தரையின் கீழ் முளைத்தல் வகையைச் சார்ந்தது.

கஜானஸ் கஜான் வகை ஃபிளேவஸ் (*C.Cajan var. flavus*)**.** இது குறுகிய காலத் துவரை வகையாகும். குட்டையாக வளரும் செடி. கொடியல்லி இதழ்கள் மஞ்சள் நிறமானவை. காய்கள் பச்சையாகவும் பளபளப்பாகவும் இருக்கும். முற்றிய காய்கள் வைக்கோல் நிறத்தில் இருக்கும். ஒவ்வொரு காயிலும் 3 விதைகள் இருக்கும். இந்தியாவின் தென்பகுதியில் பயிராகும் பெரும்பாலான துவரை வகைகள் இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவை.

கஜானஸ் கஜான் வகை பைகலர் (*C.Cajan var bicolor*)**.** இது பல்லாண்டு வாழும் வகை; புதர்போல் வளரும் செடி. கொடியல்லி இதழின் மேல்பகுதி சிவப்பு, ஊதா நிறக்

கோடுகளைக் கொண்டிருக்கும். காய்களில் சிறுசிறு மயிர் இருக்கும். காய்களின் மீது கரும்பழுப்பு, சிவப்பு நிறப் பகுதிகள் காணப்படும். ஒவ்வொரு காயிலும் 4 அல்லது 5 விதைகள் இருக்கும். இது வட இந்தியாவில் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது.

ஏனைய வகைகள். வகைக்கேற்ப நிறம், பயிரிடும் இடம், விதைக்கும் காலம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துத் துவரையின் காலம் 100 - 300 நாள் ஆகும். இந்தியாவில் பெரும்பாலான நீண்டகால வகைகள் 240-280 நாள் பெறுபவை. தென்காசித் துவரை 135 நாளில் விளைகிறது. செடியில் பூக்களையும் பிஞ்சுக் காய்களையும் ஜனவரி - மார்ச்சில் காணலாம். பல்லாண்டு வாழும் துவரை முதலாண்டில் உயர் விளைச்சலைத் தரும். பின்பு வரும் ஓரிரு ஆண்டுகளில் முதல் ஆண்டைவிடக் குறைவாகவே விளைச்சல் தரும். இந்தியத் துவரை வகைகளுள் சி 11, எஸ் ஏ.1, குவாலியர் 3, எண் 148, டி21, பிரபாத் புபிஏஎஸ் 120, பந்த் ஏ 3, பூசா அகத்தி, சாரதா, என்பி டபிளயூ ஆர் 15, ஹைதராபாத் 3ஏ, ஹைதராபாத் 3சி ஆகியன மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

சாகுபடி. துவரைச்சாகுபடிக்கு 18 - 29^{0}C வெப்பநிலை ஏற்றது. மிகுபனி துவரைச் செடியின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கும். சில வகைகளில் 10^{0}C வெப்பத்தையும் தாங்கும். ஆனால் இச்சமயத்தில் விதை உண்டாகும் அளவு குறையும். மப்பும் மந்தாரமுமான சூழ்நிலைகளில் செடிவளர்ச்சி அதிகரித்தும் காய்களின் உற்பத்தி குறைந்தும் இருக்கும். செடியின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் 600 - 1000 மீ. மழை துவரைக்குத் தேவை. விதைத்த இரண்டு திங்கள் வரை நல்ல மழையும் பூ, காய்களுக்கு அறுவடைப் பருவத்தில் வறட்சியும் நிலவுதல் உயர் விளைச்சலுக்கு வழி வகுக்கும். துவரை வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் பயறு வகைப் பயிராகையால் ஆண்டுக்கு 380 மி.மீ. மழை பெய்யும் இடங்களில் கூடச் சிறந்த விளைச்சல் கிடைத்துள்ளது. இங்குப் போதிய மண் ஈரம் இருத்தல் வேண்டும். இந்தியாவில் சில பகுதிகளில் 7-8 முறை நீர்ப் பாய்ச்சி மிகு விளைச்சலைக் கண்டிருக்கின்றனர். நீர்த் தேங்காத நிலமாயின் 2500 மி.மீட்டருக்கு மேல் மழை பெய்யும் பகுதிகளிலும் கூடத் துவரையைச் சாகுபடி செய்யலாம். ஆனால் இவ்விடங்களில் தழை வளர்ச்சி மிகுந்தும் விதை உற்பத்தி குறைந்தும் இருக்கும். சுண்ணாம்புச்சத்தும் வடிகால் வசதியுமுள்ள பெரும்பாலான மண் வகைகளில் துவரையை வளர்க்கலாம்.

நல்ல விளைச்சலுக்குக் அமில-கார நிலை (pH) நடுத்தரமாக இருக்க வேண்டும். அமில நிலத்தில் வேர் முடிச்சுகளின் உற்பத்தித் தடைப்பட்டுவிடும். நிலத்தின் அமில-கார நிலை 5-7 இருப்பின் செடிகள் வெளுத்து நுனியிலிருந்து காய்ந்தும் விடும். பாஸ்ஃபரஸ், மாங்கனீஸ் பற்றாக்குறை இருந்தாலும் செடி வெளுத்துவிடும். சாகுபடியிலுள்ள பெரும்பாலான வகைகள் உவர் தன்மையைத் தாங்கி வளரும். வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் 20 - 100 கி.கி. பாஸ்ஃபரஸ் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

பாஸ்ஃபரசுடோனோ, தனியாகவோ கந்தகத்தை இட விதை மற்றும் வேரின் தழைச்சத்துக் கூடும். துவரை, விதை மூலமாக இனப்பெருக்கமடைகிறது. இந்தியா மற்றும் ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் சோளம், கேழ்வரகு, கம்பு, பருத்தி, மக்காச்சோளம், வரகு, எள், நிலக்கடலை ஆகிய பயிர்களுடன் கலப்புப் பயிராகத் துவரையைச் சாகுபடி செய்வது வழக்கம். நெல், பருத்தி, கரும்பு, நிலக்கடலை, மஞ்சள் சாகுபடியாகும் நிலங்களில் வரப்பு ஓரங்களில் துவரையை வளர்ப்பதுண்டு. தானியப் பயிர்களுடன் துவரை, பயிர்ச் சுழற்சியில் சேர்க்கப்படுகிறது. இரண்டாண்டுப் பயிர்ச் சுழற்சியில் சோளம், துவரை, கோதுமை அல்லது பார்லி எனவும் துவரை கரும்பு எனவும் துவரை சேர்க்கப்பட்டுப் பயிரிடப்படுகிறது. மழை குறைவாகப் பெய்யும் இடங்களில் விதைத்த 60 நாளுக்குள் களைகளைக் கட்டுப்படுத்துவது இன்றியமையாதது.

பாசலின், புரோமெட்ரின், குளோர்த்தல்-டை மெத்தில் போன்றவற்றை விதை முளைப்பிற்கு முன் களை கொல்லியாகப் பயன்படுத்தலாம். களோரம்பென் என்னும் களைக்கொல்லி சிறந்தது. பயிர் வளர்ச்சி ஊக்கிகள் (growth regulators) துவரையில் பொருளாதார அளவில் பயன் தருவதில்லை.

அறுவடையும் விளைச்சலும். குறுகிய கால வகைகள் நவம்பர்த் திங்கள் நடுவிலோ இறுதியிலோ அறுவடையாகும். மைய மற்றும் நீண்ட கால வகைகள் ஜனவரி-மார்ச் திங்களில் அறுவடையாகும். காய்களைக் கையினால் அறுவடை செய்வர். முன்பிருந்த வகைகளில் 2 அல்லது 3 முறை அறுவடை செய்வதுண்டு. தற்போது சாகுபடியிலுள்ள வகைகளில் பெரும்பாலானவை ஒரே சமயத்தில் அறுவடை செய்ய ஏற்றவை. இலைகளை மருந்துத் தெளித்து உதிரச் செய்து எந்திரத்தைக் கொண்டும் துவரை அறுவடை செய்யலாம். பசுந்தீவனமாகப் பயிரிடும்போது விதைத்த 3 -5 திங்களில் செடிகளை வெட்டிவிட வேண்டும். செடிகளிலுள்ள இலைகள் பழுத்து உதிர்ந்தவுடன் செடிகளைத் தரைமட்டத்திற்கருகில் வெட்டிக் கட்டுகளாகக் கட்டி நேராகக் குத்தி ஓரிரு நாள் வைத்திருப்பதுண்டு. சில சமயங்களில் செடியிலுள்ள 75% காய்கள் நெற்றுகளாக மாறியிருந்தாலே அறுவடை செய்யலாம். இரண்டாண்டு, மூன்றாண்டு என வாழும் செடிகளில் முதல் அறுவடையிலிருந்து 100 நாளுக்குள் இரண்டாம் அறுவடை முடிந்துவிடும். இந்தியாவில் மானாவாரியில் கலப்புப் பயிரில் ஹெக்டேருக்கு 225-900 கி.கி.

தானிய விளைச்சல் கிடைக்கும். இறைவை மற்றும் தனிப்பயிராகச் சாகுபடி செய்தால் ஹெக்டேருக்கு 1500-1800 கி.கி. தானியம் கிடைக்கும்.

துவரம் பருப்பு. துவரையைத் தானியமாகப் பயன் படுத்துவதைவிட அதனைத் தோல் நீக்கிய பருப்பாகப் பயன்படுத்துவதே மிகுதி. துவரையைப் பயிரிடுவோரோ விற்போரோ பருப்பாக்கிப் பயன்படுத்துகின்றனர். பருப் பாக்குவதற்குக் கையால் இயக்கும் திரிகைகளையோ எந்திரங்களையோ பயன்படுத்துவதுண்டு. தானியத்தை நேரடியாக வெயிலில் உலர்த்தியோ நீரில் ஊறவைத்தோ முறையாக உடைப்பர். உலர் முறையில் (dry method) தானியங்களை 3 -4 நாள்கள் வெயிலில் உலர்த்துவர். இதில் பருப்பு அரைவட்ட வடிவிலிருக்கும். இம்முறையில் 66% பருப்பு, ஏனைய பகுதி குறுநொய் மற்றும் தோலுமாகக் கிடைக்கும். இம்முறையில் கிடைக்கும் பருப்பு எளிதில் வேகும். இது செலவு மிக்க முறை.

ஊறவைப்பு முறையில் (wet method) தானியங்களை 6-4 மணி நேரம் நீரில் ஊறவைப்பதுண்டு. பின்பு நீரை வடித்த பின் செம்மண் சேர்த்து நன்கு கலக்க வேண்டும். 100 கி.கி. விதைகளுக்கு 5 கி.கி. செம்மண் தேவைப்படும். இவ்வாறு செம்மண் கலக்கப்பட்ட விதைகளைக் குவித்து ஓரிரவு வைத்திருக்க வேண்டும். காலையில் இவ்விதைகளைப் பரப்பி வெயிலில் உலர்த்த வேண்டும். சலித்துச் செம்மண்ணை நீக்கியபின் தானியத்தை உடைத்துப் பருப்பாக்குவது வழக்கம். இம்முறையில் 80% பருப்புக் கிடைக்கும். குறுநொய் அளவும் குறைந்திருக்கும். நீரில் ஊற வைப்பதால் தோல் எளிதாகப் பிரிகிறது. இம்முறையைத் தென்னிந்திய மக்கள் நீண்ட காலமாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இது சிக்கனமான முறையும் கூட. மேலும் தரமான பருப்பும் கிடைக்கிறது. இம்முறையில் பருப்பு வேகத் தேவையான நேரம் மிகுதி. பருத்திப் பயிராகும் கரிசல் நிலத்தில் விளையும் துவரை எளிதில் வேகும். இந்நிலத்திலுள்ள சுண்ணாம்புச்சத்தே இதற்குக் காரணம். ஊறவைப்பதற்குப் பயன்படுத்தும் நீரின் தன்மையைப் பொறுத்துப் பருப்பு வேகத் தேவைப்படும் நேரம் அமைகிறது. குறுநொய், பருப்பின் பருமன் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துத் துவரை தரம் பிரிக்கப்படுகிறது.

பயன்கள். துவரை, புரதம் நிறைந்த தானியமாகும். துவரையை உப்புச் சேர்த்து அவித்து எண்ணெய் சேர்த்துத் தாளித்து உண்ணலாம். துவரையை வறுத்தும் உண்ணலாம். துவரையை உடைத்துப் பருப்பாக்கி (dhal) அன்றாட உணவில் சேர்த்து உண்பர். காய்களை உரித்து உள்ளிருக்கும் பருப்பைத் தின்னலாம். சில துவரை வகைகளின் காய்களைப் பறித்துக் காய்கறியாகப் பயன்படுத்தலாம். முற்றிய துவரைக் காய்களை வேகவைத்து உள்ளிருக்கும் தானியத்தை உண்ணலாம். துவரை மிலாறுகளை அடுப்பெரிக்கவும் கூரை வேயவும் கூடை முடையவும் பயன்படுத்தலாம். துவரைத் தானியத்தின் மேல்தோலும், காய்த்தோலும் கால்நடைகளுக்குப் புரதம் நிறைந்த தீவனமாகும். துவரையை மக்காச்சோளம், கம்புப் போன்ற பயிர்களுடன் கலப்புச்சாகுபடி செய்வதால் தழைச்சத்துக் கிடைக்கும். துவரை தேன் சேகரிக்க உதவும் செடிகளுள் ஒன்றாகும். அரக்குப் பூச்சிகளை வளர்ப்பதற்காக அசாம், வங்காள மாநிலங்களில் துவரையைச் சாகுபடி செய்கின்றனர். மடகாஸ்கர் நாட்டில் இதன் இலைகளை பட்டுப்புழுவிற்கு உணவாகத் தருவதுண்டு. சாகுபடியின்போது துவரைச் செடியிலிருந்து இலைகள் கீழே விழுந்துவிடுகின்றன. இவை மண்ணில் சேர்ந்து மக்கி எருவாகி நிலத்திற்கு உரமாகவும் மண் காற்றோட்டத்திற்கும் ஈரத்தைக் காக்கவும் உதவுகின்றன.

துவரை விதைகள் புழுக்களைக் கொல்லும். குட்டத்தைக் குணமாக்கும். வாதம், கபம் போக்கும். வாய்ப்புண், கழலை, இருமல், வாந்தி, இதய நோய், மூலம், பித்த மயக்கம் ஆகியவற்றையும் போக்கும். தோலிற்கு மெருகூட்டும் இதனை மிகுதியாக உண்ண வயிற்றுப்புசம் ஏற்டலாம். துவரை ஈரலை வளப்படுத்தும். விதையை அரைத்துக் கட்டுக் கட்ட வீக்கம் கரையும். வீக்கத்தைக் குறைக்கும் பண்பு இலைக்கு உண்டு. இலையை நன்றாக அரைத்து மார்பில் வைத்துக் கட்ட, பால் சுரப்பு நிற்கும்.

-கோ. கோபாலன்
-கோ.அர்ச்சுனன்
-ப.சம்பங்கி

துணைநூல். J.W. Purseglove, *Tropical Crops* Longmans Ltd, London, 1960.

பூச்சியும், நோயும். துவரையில் தோன்றும் கடலைப் பச்சைப் புழு, காய் ஈ, புள்ளிக்காய்த் துளைப்பான் ஆகியன இலைகளைத் தின்று அழிக்கும். பல புழுக்கள் , பூ வண்டு, பூ மொட்டு வண்டு முதலியவை வயலிலுள்ள பயிருக்கு அழிவுண்டாக்குகின்றன. சேமிப்பின்போது பயறுகளைத் தின்று அழிக்கும் வண்டுகளினால் சில சமயங்களில் பேரிழப்பு உண்டாகிறது. துவரையில் தோன்றும் நோய்களுள் வாடல் நோய், மலட்டுத் தேமல் நோய், வேரழுகல், செர்க்கோஸ்போரா இலைப்புள்ளி, பாக்டீரிய இலைப்புள்ளி முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

பூச்சிகள்

கடலைப்பச்சைப்புழு. ஹீலியோதிஸ் ஆர்மிஜெரா (*Heliothius armigera*) எனப்படும் இதன் புழு பல்வேறு வகையான பயிர்களைத் தாக்கி அழிவு விளைவிக்கிறது. இது நாட்டின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் ஆண்டு முழுதும் காணப்படுகிறது. இதற்கு மக்காச்சோளக் கதிர்ப்புழு என்றும் அமெரிக்கப்பருத்திக் காய்ப்புழு என்றும் பெயர். இராப்பூச்சி பழுப்பு நிறமாகவும், வெண்மையான பின் இறக்கைகளின் ஓரத்தில் கறுப்பு நிறக்கோடு பெற்றும் காணப்படும். தாய் இராப்பூச்சி மஞ்சள் நிறமாக, உருண்டையான முட்டைகளைத் தளிர் இலைகளின் நுனியிலோ பூ மொட்டு, பிஞ்சு ஆகியவற்றிலோ தனித்தனியாக இடும். முட்டைகளிலிருந்து 2-4 நாளில் புழுக்கள் வெளிவரும். முதலில் இலைகளையும், பூ மொட்டு மற்றும் பூக்களையும், பின்னர்க் காய்களையும் துளைத்துத் தின்று அழிக்கும். புழுப்பருவம் 6-25 நாள் ஆகும். புழு 35-45 மி.மீ. நீளம் இருக்கும். இது பச்சையாகவும், உடலின் பக்கவாட்டில் கருஞ்சாம்பல் நிறக்கோடுகளைப் பெற்றும் இருக்கும். புழு முதலில் காய்களின் மீது வட்ட வடிவத் துளைகளை ஏற்படுத்தித் தலையையும், பாதி உடலையையும் காய்களில் இட்டு உண்ணும். இதன் பாதி உடல் பகுதி காயின் வெளியே இருக்கும். தம் இனப் புழுக்களையே தாக்கி உணணும் திறனையும் இது பெற்றுள்ளது. புழுவின் கழிவுப் பொருள்கள் காய்களின் வெளியே தள்ளப்பட்டுள்ளமையை நன்கு காணலாம். முதிர்ச்சியடைந்த புழு நிலத்தில் மண்ணினால் ஆன கூட்டுப் புழுவாக மாறுகிறது. இராப்பூச்சி கூட்டுப்புழுவிலிருந்து 10-15 நாளில் வெளி வருகிறது. ஓர் ஆண்டில் இப்பூச்சி 8 தலைமுறைகளை ஏற்படுத்துகிறது. இதனைக் கட்டுப்படுத்த B.H.C. 10% தூள் மருந்தையோ, கார்பரில் 5% தூள் மருந்தையோ பூக்கள் தோன்றியதிலிருந்து 15 நாள் இடைவெளியில் 3 முறை தூவ வேண்டும்.

காய்ப்புழு. எக்செலாஸ்டிஸ் அடோமொசா (*Exelastis atomosa*) எனப்படும் இது துவரையைத் தவிர மொச்சை, அவரையையும் பாதிக்கிறது. பூ மொட்டுகளையும், பிஞ்சுகளையும் துளைத்துத் தின்று அழிக்கிறது. தாக்கப்பட்ட பூ மொட்டுகள் உதிர்ந்துவிடுகின்றன. இராப்பூச்சி மென்மையாகவும், சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். இதன் இறக்கைகள் அழகாக ஒரே சீராகப் பிளவுபட்டிருக்கும். தாய் இராப்பூச்சி மங்கலான, பச்சை நிற முட்டைகளை மொட்டு, பூ, பிஞ்சு, தளிர், இலை ஆகியவற்றின் மீது தனித்தனியாக இடுகிறது. ஓர் இராப்பூச்சி ஏறக்குறைய 94 முட்டைகள் வரை இடும் திறன் பெற்றுள்ளது. முட்டையிலிருந்து 4 நாளுக்குள் புழு வெளிவருகிறது. இப்புழு பிஞ்சின் வெளியே இருந்து கொண்டே துளைத்து விதைகளைத் தின்னுகிறது. புழு, பச்சை கலந்த பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். இதன் உடலில் கொத்துக் கொத்தாக மெல்லிய மயிர் காணப்படும். புழு 14-30 நாளில் முழு வளர்ச்சியடைந்து காய்களின் வெளிப்பகுதியில் கூட்டுப்புழுவாக மாறுகிறது. கூட்டுப்புழுப் பருவம் 4-8 நாளாகும். இதனைக் கட்டுப்படுத்த, கடலைப் பச்சைப் புழுவிற்குக் கொடுத்துள்ள மருந்துகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

துவரைக்காய் ஈ. மெலனக்ரோமைசா ஒப்டுசா (*Melanagromyza obtusa*) எனப்படும் இது துவரையில் காணப்படும் குறிப்பிடத்தக்க பூச்சியாகும். இதனால் 80% விளைச்சல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. குசும்பா, வெண்டை, பச்சைப்பயறு, உளுந்துப் போன்ற பயிர்களையும் இது தாக்குகிறது. இந்த ஈயின் புழு பிஞ்சு விதைகளை அரித்து மோதிரம் போன்ற பாதையை ஏற்படுத்தித் தின்னுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட விதைகளின் முளைப்புத்திறன் குறைகிறது. மேலும் தாக்கப்பட்ட விதைகள் நுண்ணுயிரிகளினால் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. தாய் ஈ பிஞ்சுகளைத் தேர்ந்தெடுத்துத் தனித்தனியாக முட்டைகளைப் பிஞ்சுகளின் தோலின் மீது இடுகிறது. ஈ சிறியதாகவும், கருநீலமாகவும் இருக்கும். ஓர் ஈ ஏறக்குறைய 80 முட்டைகள் வரை இடும். ஒரு பிஞ்சில் 4 முட்டை வரை இருக்கும். முட்டை நீண்டு வளைந்திருக்கும். முட்டையிலிருந்து 4 நாளில் வெண்மை நிறப் புழு வெளிவருகிறது. இப்புழு காயினுள்ளேயே கூட்டுப் புழுவாகிறது. புழு மற்றும் கூட்டுப்புழுப் பருவங்கள் முறையே 9-10 மற்றும் 8-9 நாள் ஆகும். ஈக்கள் 6 நாள் வரை உயிர் வாழ்கின்றன.

புள்ளிக்காய்த் துளைப்பான். மாருக்கா டெஸ்டுலாவிஸ் (*Maruca testulalis*) எனப்படும் இது துவரை, அவரை, தட்டைப்பயறு, தக்கைப்பூண்டு, பச்சைப் பயறு, உளுந்து ஆகியவற்றைத் தாக்குகிறது. புழு கறுப்புப் புள்ளிகளும், சிறிய மயிரும் பெற்றிருக்கும். பயறு வகைப் பயிர்கள், காய்களைத் துளைத்து விதைகளை உண்டு அழிக்கும். வளர்ச்சியடைந்த, தாக்கப்பட்ட காய்களினுள்ளோ இலைகளினுள் பின்னப்பட்ட கூட்டிலோ கூட்டுப் புழுவாக மாறுகிறது. கூட்டுப்புழு மஞ்சளாகவும், உடல் பசுமை நிறமாகவும் இருக்கும். கூட்டுப்புழுவிலிருந்து வெளிவரும் இராப்பூச்சி பழுப்பு நிறத்துடனும் முன்னிறக்கை நடுவில் வெண் கோடுகளுடனும் இருக்கும். பின்னிறக்கை ஓரத்தில் வெண்மையான பழுப்பு நிறத்தைப் பெற்றிருக்கும்.

இலை அரிக்கும் புழு. இது ஈகோஸ்மா கிரிட்டிகா (*Eucosma critica*) எனப்படும். இராப்பூச்சி சிறியதாகப் பழுப்பு நிறத்துடன் இருக்கும். தாய் இராப்பூச்சி முட்டைகளைத் தனித்தனியாக இலைகளின் மீது இடுகிறது. முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் புழு மஞ்சள் நிறத்தையும்,

பழுப்பு நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். புழு காய்களைத் துளைத்தும், இளந்தண்டுகளை இணைத்தும் உண்ணும். இலையைச் சுரண்டிப் பச்சைப் பகுதியைத் தின்னும்.

இலைச்சுருட்டுப்புழு. கிராசில்லேரியா சோவெல்லா (*Gracillaria Sovella*) எனப்படும் இப்புழு மஞ்சள் அல்லது பசுமை நிறத்துடன் உடலில் மயிருடன் காணப்படும். இது இலைகளைச் சுருட்டி இணைத்துப் பச்சையத்தைச் சுரண்டித் தின்னும். இராப்பூச்சி சிறியதாகப் பழுப்பு நிறத்துடன் இருக்கும்.

பூ மொட்டுக் கூன் வண்டு. சீதோரின்கஸ் ஆஸ்பெருலஸ் (*Ceuthorrhynchus asperulus*) எனப்படும் இக்கூன் வண்டு சிறியதாகப் பழுப்பு நிறத்தில் மெல்லிய நீண்ட மூக்குடன் காணப்படும். தாய்க் கூன்வண்டு நுண்ணிய நீள் வட்ட வடிவ வெண்மை நிற முட்டைகளை மொட்டுக்குள் இடுகிறது. முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் புழு மகரந்தத்தை உண்டு அழிக்கும். புழு மண்ணில் விழுந்து மண்ணாலான கூட்டுப்புழுவாக மாறும்.

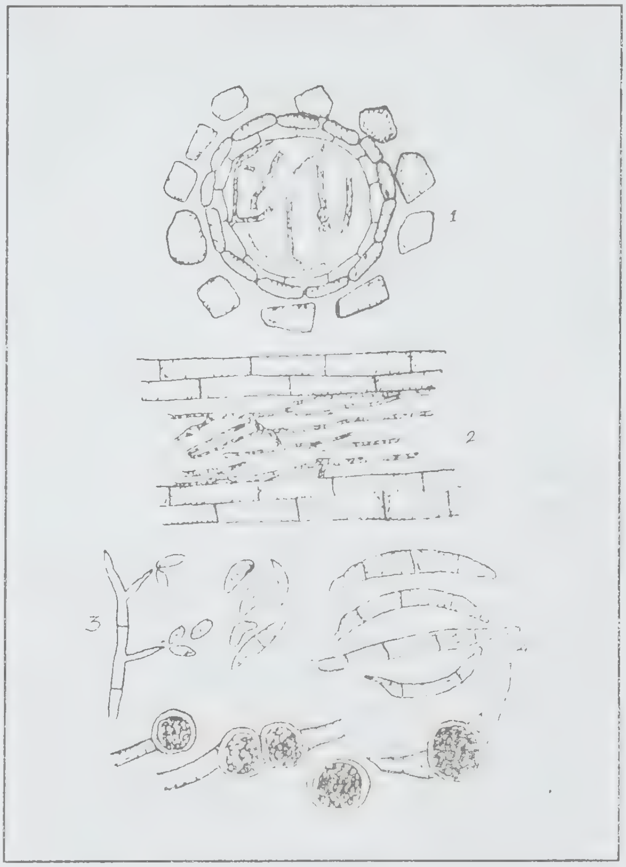
இலை வெட்டும் குளவி. மெகாசில் ஆன்த்ராசின் (*Megachile anthracine*) எனப்படும் தேனீ வகையைச் சேர்ந்த இது இளந்தளிர்களை வட்டமாகவோ அரைவட்டமாகவோ வெட்டிக் கூடு கட்ட எடுத்துச் செல்வதால் இலைகள் அழிகின்றன.

பூ வண்டு. மைலாப்ரிஸ் பூஸ்டுலேட்டா (*Mylabris pustulata*) எனப்படும் இவ்வண்டின் முன் இறக்கைகள் சிவப்பு, கறுப்பு நிறங்கள் மாறி மாறி நிறைந்த கோடுகளுடன் காணப்படும். இவ்வண்டு பூ மொட்டுகளையும், பூவின் அல்லி இதழ்களையும் உண்டு அழிக்கும். பூக்கும் தறுவாயில் தோன்றும் பூச்சிகளை அழிப்பதற்கு எண்டோசல்ஃபான் 4% அல்லது செவின் 5% தூள் மருந்தை ஹெக்டேருக்கு 25 கி.கி. வீதம் 15 நாள் இடைவெளியில் இருமுறை தூவ வேண்டும். இறைவைப் பயிரில் ஹெக்டேருக்கு 1லி.எண்டோசல்பான் 35% அல்லது மோனோ குரோட்டோஃபாஸ் 625 மி.லி. மருந்தை நீரில் கலந்து தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பயறு வண்டு. புரூக்கஸ் தியோபுரோமே (*Bruchus theoberomae*) எனப்படும் இவ்வண்டு துவரையின் காய்களைத் தாக்கும். சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் துவரை விதைகளைத் துளைத்து அழிக்கும். துவரை, பச்சைப்பயறு, உளுந்து ஆகியவற்றை இது மிகுதியாகப் பாதிக்கிறது. தேங்காய் ஏதாவதொன்றைக் கலந்து 8 திங்கள் வரை துவரை விதைகளைப் பாதுகாக்கலாம்.

நோய்கள்

வாடல் நோய். துவரையில் ஃபியூசேரியம் உடம் (*Fusarium udum*) என்னும் பூசணத்தால் வாடல்நோய் காணப்படுகிறது. வளர்ச்சியுற்ற துவரைப் பயிரில் இந்நோயின் அறிகுறிகள் நன்கு தெரியும். நோயுற்ற செடியின் இலைகள் திடீரென்று பழுத்து, வாடிக் காய்ந்துவிடும். பிறகு செடியிலுள்ள பிற பகுதிகளும் வாடிக் காய்ந்துவிடும். ஒரு சில செடிகளில் தனித்தோ ஒரு பகுதியிலுள்ள அனைத்துச் செடிகளிலுமோ இந்நோய் காணப்படுகிறது. நோயுற்ற தண்டின் அடியிலும் இத்தகைய கருமை நிறக் கோடுகளைக் காணலாம். முழுமையாகச் செடியோ ஒரு சில கிடைத் தண்டுகள் மட்டுமோ காய்ந்து விடுவதையும் சில



ஃபியூசேரியம் உடம் (*Fusarium Odum*)

1. வேரின் குறுக்குவெட்டுப் பகுதியில் காணும் கட்டைத்திசுப் பூசணங்கள், 2. வேரின் நீள்வெட்டுப் பகுதியில் காணும் கட்டைத்திசுப் பூசணங்கள், 3. நுண் விதை, 4. நுண்தோல் சிதல்

சமயம் காணலாம். பெரும்பாலும் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களில் பூசண நூல் இழைகள் இருக்கும். சத்துப் பொருள், நீர் முதலியவை செல்லும் சாற்றுக் குழாய்களைப் பூசண நூல் இழைகள் அடைத்துக் கொள்வதால் இவ்வாடல் நோய் ஏற்படுகிறது. பூசணம், தாவரம் ஆகியவற்றிற்கிடையில் வேதிச்செயல் நடைபெறுவதால் உண்டாகும் நச்சுப்

பொருள்களால் இந்நோய் ஏற்படுகிறது எனக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இந்நோய்ப் பூசணம், நோயுற்ற செடிகளின் வேர் மற்றும் செடிப் பகுதிகளில் உயிர் வாழ்கிறது. இப்பூசணம் பக்க வேர்களின் மூலம் உட்புகுகிறது. துவரையைத் தொடர்ந்தாற்போல் பயிரிட்டு வருவதால் இந்நோய் எளிதில் பரவுகிறது.

விதையுடன் கார்பெண்டாசிம் மருந்தைக் கலந்து விதைக்க வேண்டும். பயிர்ச் சுழற்சியில் 3 அல்லது 4 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை புகையிலைப் பயிரைச் சாகுபடி செய்ய வேண்டும். துவரையில் சோளத்தை ஊடுபயிராகச் சாகுபடி செய்தால் நோயஃவும் குறையும். பசுந்தாளுரம் பயிரிட்டு உழுதுவிடுவதால் நோயுறும் அளவைக் குறைக்க முடியும். அய்.சி.பி.8858, 8859, 8860, 9963, 9964 ஆகிய துவரை வகைகள் வாடல் நோய்க்கு எதிர்ப்புத் திறன் கொண்டுள்ளன. வாடல் நோய்க்கும் மலட்டுத் தேமலுக்கும் அய்.சி.பி. 8861, 8862,8867, 8869, 10960, 11288, 11289, 11290, 11296, 11297, 11298 ஆகியவை எதிர்ப்புத் திறன் கொண்டுள்ளன.

சாம்பல் நோய். துவரையில் லெவில்லுலா டாரிகா (*Leveillula taurica*) என்னும் பூசணம் சாம்பல் நோய் ஏற்படுத்துகிறது. இந்நோயின் அறிகுறியாக முதலில் இலையின் அடிப்பகுதியில் சாம்பல் நிறப் பூசண வளர்ச்சி காணப்படும். பிறகு இது இலை முழுதும் காணப்படும். நோயுற்ற இலைகள் பழுத்து வாடிக் காய்ந்து விழுந்து விடும். இலையிலிருந்து தண்டுகளுக்கும் இது பரவுகிறது. அனைத்து வளர்ச்சிப் பருவத்திலும் இந்நோய் காணப்படுகிறது. இந்நோய் தீவிரமாக இருப்பின், செடியிலுள்ள அனைத்து இலைகளும் உதிர்ந்து, பிறகு வெறும் தண்டு மட்டுமே எஞ்சும். வயலில் ஒரு செடியிலிருந்து மற்றச் செடிகளுக்குப் பூசண வித்துகளால் காற்றின் மூலம் இந்நோய் பரவுகிறது. இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த நன்கு தூளாக்கப்பட்ட கந்தகத்தை ஹெக்டேருக்கு 25 கி.கி. வீதம் இலைகளின் அடிப்பகுதி முழுதும் நன்கு படுமாறு தூவுதல் வேண்டும்.

செர்க்கோல்போரா இலைப்புள்ளி நோய். இந்நோய் செர்க்கோஸ்போரா இண்டிகா (*Cercospora indica*) என்னும் ஒருவகைப் பூசணத்தால் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் முதலில் இலையின் சிறிய வட்டமான அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய பழுப்பு நிறப் புள்ளிகளாகத் தோன்றும். நாளடைவில் இலைப்புள்ளிகள் அடர் பழுப்பு நிறமாக மாறிவிடும். இந்நோய் தீவிரமாக இருப்பின் நோயுற்ற இலைத்திசுக்கள் நலிந்து துளை ஏற்படும். சில சமயம் பல புள்ளிகள் ஒன்று சேர்ந்து இலையின் பெரும் பகுதியை அழிக்கும். இதனால் ஒளிச்சேர்க்கைப் பாதிக்கப்பட்டு விளைச்சல் குறையலாம். இந்நோய் காற்றின் மூலம் பூசண வித்துகளால் பரவுகிறது. நோயைக் கட்டுப்படுத்த 0.2% சினப் மருந்தை இலைகள் நனையுமாறு தெளிக்க வேண்டும்.

சொறி நோய். துவரையில் காணப்படும் சொறி நோய் டிப்ளோடியா கஜானி (*Diplodia cajani*) என்னும் பூசணத்தால் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் செடி மண்ணினின்று வெளிவரும் பகுதியில் உருண்டையாக உள்ளமுந்திக் காணப்படும். நோயுற்ற செடியின் தண்டு முறிந்து விழுவதால் செடி காய்ந்துவிடும். செடியின் தண்டுப்பகுதியில் காயம், சிராப்பு முதலியன உண்டாகாமல் கவனித்துக் கொள்வதால் இந்நோயை ஓரளவு கட்டுப்படுத்தலாம்.

வேர் அழுகல் நோய். இந்நோய் மேக்ரோ.·.போமினா .·.பேசியோலினா (*Macrophomina phaseolina*) என்னும் பூசனத்தினால் உண்டாகிறது. நோயுற்ற செடிகளின் ஆணி வேரும் கிளைவேரும் அழுகிக் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் வாடிக் காய்ந்துவிடுகின்றன. நோயுற்ற தாவரங்களின் வேரிலும் தண்டிலும் சாம்பல் நிறமான பூசண வளர்ச்சியைக் காணலாம். இவ்வாறுள்ள சாம்பல் நிற வளர்ச்சியில் எண்ணற்ற சிறிய கரும் புள்ளிகள் தோன்றும். நிலம் மிகவும் காய்ந்திருக்கும்போது திடீரென்று நீர்ப் பாய்ச்சுவதாலும் மழை பெய்வதாலும் இந்நோய் மிகுந்து காணப்படுகிறது. வயலில் ஒரு செடியிலிருந்து ஏனைய செடிகளுக்குப் பூசண வித்துகளால் காற்றின் மூலமும் மண்ணில் காணப்படும் இழை முடிச்சுகள் மூலமும் இந்நோய் பரவுகிறது. இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த நோய் குறைவாகத் தோன்றும் கோ.3 போன்ற வகைகளைப் பயிரிட வேண்டும். ஹெக்டேருக்கு 20 கி.கி. வீதம் பிராசிக்கால் மருந்தை நோய் தோன்றியவுடன் செடியைச் சுற்றிக் கலக்க வேண்டும்.

பாக்டீரிய இலைப்புள்ளி நோய். இந்நோய் சாந்தோமோனாஸ் கேம்பெஸ்ட்ரிஸ் வகைக் கஜானி (*Xanthomonas Campestris Var Cajani*) என்னும் பாக்டீரியாவால் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் முதன் முதலில் 1949ஆம் ஆண்டு மகாராஷ்டிர மாநிலத்தில் தோன்றியது. தமிழ்நாட்டில் சேலம், தென்னார்க்காடு மாவட்டங்களில் 1960ஆம் ஆண்டு இந்நோய் காணப்பட்டது. பஞ்சாப், உத்திரப்பிரதேசம், டெல்லி போன்ற பகுதிகளிலும் இந்நோய் துவரையின் விளைச்சல் குறைவதற்குக் காரணமாக உள்ளது. இலைகளில் நீர் ஊறிய சிறிய புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. இவை ஒரு வாரத்தில் ஏறத்தாழ 1 மி.மீ. குறுக்களவைக் கொண்ட பெரிய புள்ளிகளாக மாறுகின்றன. புள்ளிகளைச் சுற்றி இலையின் பசுமை நிறம் மாறி மஞ்சள் வளையங்கள் ஏற்படுகின்றன. நாளடைவில் இலைப் புள்ளிகள் கரும் பழுப்பு நிறமாக மாறுவதுடன் நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட இலைப்

பகுதியில் நுண்மக் கசிவும் தோன்றும். நோய் கடுமையானால் இலை முழுதும் மஞ்சளாதல், இலைக்காம்பு ஒடிதல், இலை உதிர்தல் போன்றவை உண்டாகலாம். கிளை, தண்டு போன்றவற்றில் நீண்ட வடிவத்தில் கரும்பழுப்பு நிறப் பிளவைகள் ஏற்படலாம். பட்டை தனியாகப் பெயர்ந்து விடுதலும் உண்டு.

வானீரப் பசை 80-90%, காற்றின் வெப்பம் 24-30°C கூடிய காலநிலை நிலவும் ஜூலை, ஆகஸ்ட், செப்டம்பர்த் திங்களில் இந்நோய் மிகுதியாகத் தோன்றுகிறது. இந்நோய் விதைகளின் மூலம் பரவும் திறனுடையது. பயிரில் ஏற்பட்ட காயத்தின் வழியாகவோ இலைத்துளை வழியாகவோ பாக்டீரியா தொற்றிச் செல்லும்.

மலட்டுத்தேமல் நோய். இந்நோய், நச்சுயிரி வகையைச் சேர்ந்தது. இது துவரை மலட்டுத் தேமல் நச்சுயிரியினால் ஏற்படுகிறது. துவரை பயிரிடப்படும் அனைத்து மாவட்டங்களிலும் பரவலாக இந்நோய் காணப்படுகிறது. துவரைப் பயிரையே தொடர்ந்து சாகுபடி செய்து வருவதால், இந்நோய் ஒரு வயலில் அழியாமல் இருந்து கொண்டே இருக்கும். பயிரின் அனைத்துப் பருவத்திலும் இந்நோய் காணப்படுகிறது. பயிரின் முன் பருவத்திலேயே இந்நோய் காணப்பட்டால் செடி, பூ விடும் தன்மையை இழந்துவிடும். நோயால் தாக்கப்பட்ட செடியின் இலைகளில் திட்டுத்திட்டாக ஒழுங்கற்ற வடிவத்தில் மஞ்சள் நிறமும் பச்சை நிறமும் கலந்து காணப்படும். இலைகள் உருவத்தில் சிறியனவாகவும் கொத்தாகவும் காணப்படும். இலைக் காம்புகளின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுவதாலும் இலைகள் கொத்தாகக் காணப் படுகின்றன. நோயுற்ற செடிகள் வளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படும். பூ விடும் தன்மையை இழந்து விடுவதால் காய்கள் தோன்றுவதில்லை.

அசெரியா கஜானி (*Aceria Cajani*) என்னும் சிலந்தியினால் இந்நோயை ஏற்படுத்தும் நச்சுயிரி ஒரு வயலிலிருந்து ஏனைய வயல்களுக்குப் பரவுகிறது. நோயுற்ற களைச்செடியையும் தானாக முளைத்துள்ள துவரைச் செடியையும் அழிக்க வேண்டும். இதன்மூலம் நோய்க் காரணியும் நோயைப் பரப்பும் சிலந்தியும் அழியும். விதைத்த 15ஆம் நாளிலிருந்து 15 நாள் இடைவெளியில் மோனோகுரோட்டோ.்பாஸ் (0.1%) மருந்தைத் தெளிப்பதால் நோயைப் பரப்பும் சிலந்தியைக் கட்டுப்படுத்தலாம். எஸ்ஏ 1 மற்றும் கோ.5 வகைகளில் இந்நோய் மிகுதியாகத் தோன்றும். என்.பிஆர்.ஆர்.1, வி.ஆர்.3 போன்ற வகைகள் இந்நோய்க்கு எதிர்ப்புத்திறன் கொண்டுள்ளன.

- கோ.அர்ச்சுனன்

துணைநூல். K.M.Smith, *Plant Viruses*, Methuen and Company Ltd, London, 1960.

துளசி

இதன் தாவரவியல் பெயர் ஆசிமம் சேங்டம் (*Ocimum Sanctum*) ஆகும். இது லேமியேசி என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். ஆசிமம் இனத்தில் துளசியைத் தவிரப் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பல சிற்றினங்களுண்டு. ஆ.பேசிலிகம் (*O.basilicum*) என்பது திருநீற்றுப்பச்சை, ஆ.கிரேட்டிசிமம் (*O.gratissimum*) என்பது ராமதுளசி, பெருந்துளசி அல்லது காசித்துளசி ஆகும். ஆ.கேனம் (*O. Cannum*) என்பது நாய்த் துளசி ஆகும். சில தாவரவியலார் நல்ல துளசியை ஆ.டென்யு.்ப்ளோரம் (*O.tenuiflorum*) என்னும் தாவரவியல் பெயரால் குறிப்பர்.

துளசி இந்தியாவில் அனைத்துப் பகுதிகளிலும், இமயமலைச் சாரலில் 1800 மீ. உயரம் வரையிலும் பரவி வளரும். வீட்டுத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படும் செடிகள் தவிரப் புறம்போக்கு நிலங்களிலும் இது வளர்வதுண்டு. துளசி பெரும்பாலும் விதைகள் மூலம் பரவும்.

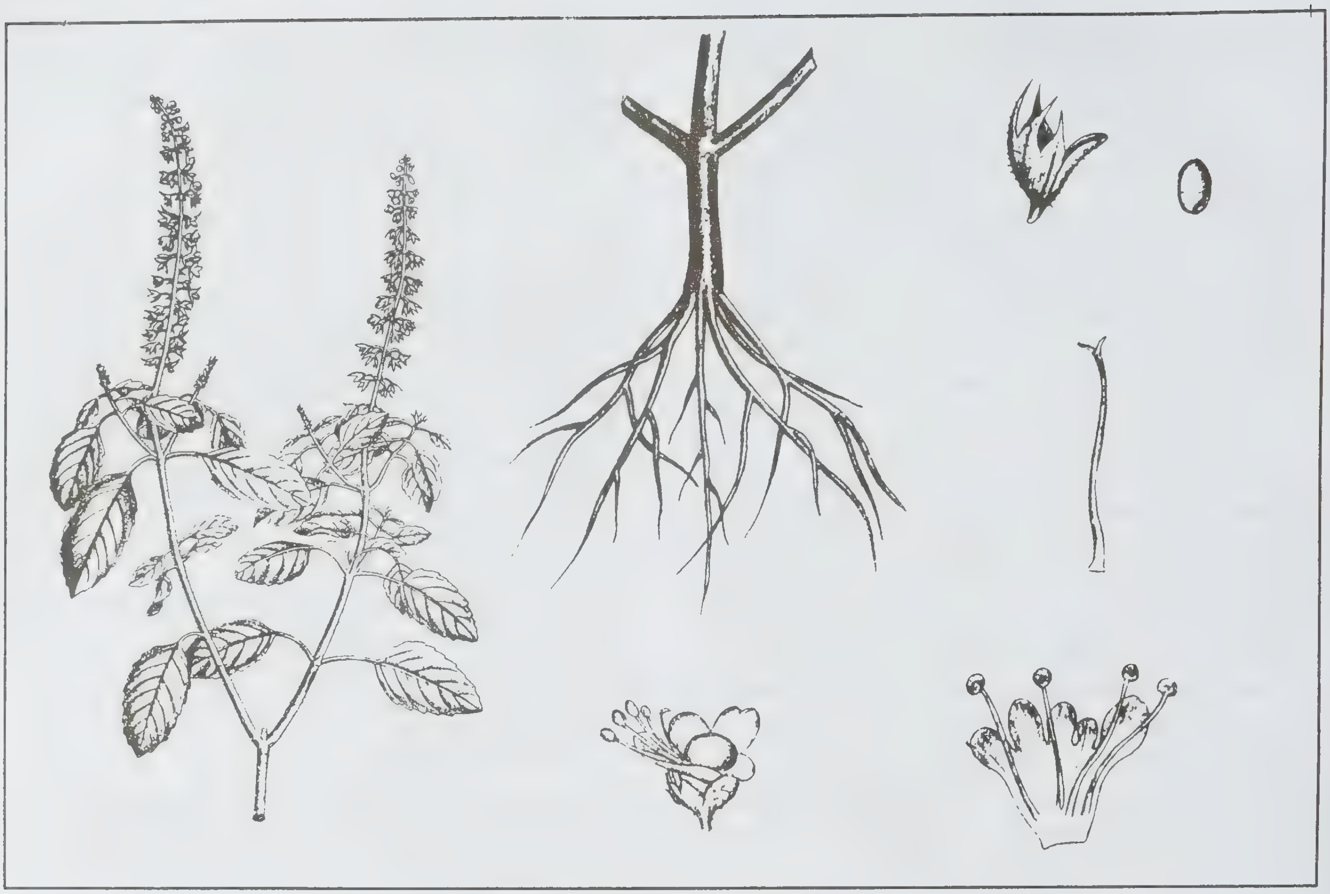
வளரியல்பு. துளசி 80 செ.மீ. உயரம் வரை கிளைத்து வளரக் கூடிய ஒரு நடுத்தரச் செடியாகும். மென் தூவிகளோடு கூடிய இளம் தண்டு, நான்கு பக்கங்களோடு தட்டையாக இருக்கும்.

இலை. தனி இலைகள், குறுக்கு மறுக்கு எதிரிலை யடுக்கு அமைப்புடையவை. இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. இலைகள் நீள் வட்ட வடிவம் கொண்டவை. ஓரங்கள் ரம்பப் பற்கள் போன்று அலை அலையாகக் காணப்படும். இலைக்காம்பு 2 செ.மீ. நீளமுடையது.

மஞ்சரி. தண்டு நுனியில் சிறப்பு மஞ்சரி (thyrsus) காணப்படும். பூவடிச் செதில்கள் அகலமாக முட்டை வடிவில இருக்கும். மலர்க்காம்பு மிகச் சிறியது.

மலர்கள். இருபால், ஒழுங்கற்ற, இருபக்கச் சமச்சீர் மலர்கள். புல்லிவட்டம். 5 புல்லிகள், இணைந்தவை; மணி வடிவம், ஈருதடு (bilabiate) அமைப்புடையவை.

அல்லிவட்டம். 5 அல்லிகள்; இணைந்தவை; அடிப்பகுதி சூழல் வடிவிலும், நுனிப்பகுதி ஈருதடு அமைப்பிலும் (4+1) இருக்கும். மேலுதடு 4 அல்லி மடல்களையும், கீழுதடு 1 மடலையும் கொண்டது. மேலுதட்டு நடு இரு மடல்கள், பக்க இரு மடல்களைவிட நீண்டிருக்கும்.



துளசி (*Ocimum sanctum*)

மகரந்தத்தாள்கள். 4, அல்லி இணைந்தவை; சமமற்றவை, 2 நீண்டும், 2 குட்டையாகவும் இருக்கும். மகரந்தப் பை ஓரறை கொண்டது. மேல் இரட்டை மகரந்தக் கம்பிகளின் அடிப்பகுதி தூவிகளைக் கொண்டது.

சூலகம். சூலிலைகள் 2, சூலறைகள் 4, சூலகம் ஆழமாக நான்காகப் பிளந்திருக்கும். சூல்கள் 4, அறைக்கு ஒன்றாகக் கீழொட்டு முறையில் (basal placenta) அமைந்திருக்கும். சூலகத்தண்டு ஒன்று, சூலகக் கீழ் (gynobasic) அமைப்பு. சூலகமுடி இரண்டாகச் சமகிளைகளோடு பிளவுபட்டிருக்கும். தேன்சுரப்பி சூலகத்தின் அடியில் நான்காகப் பிளவுபட்ட நிலையில் இருக்கும்.

கனி. உலர், வெடியாகக் கனி (carcerulus) காணப்படும். பொதுவாகத் துளசி விதை என்று கூறப்படுவது சிறு கொட்டை ஆகும். ஒவ்வொரு மலரும் 4 சிறு கொட்டைகளைக் கொண்டது.

பொதுவாக லேபியேசிக் குடும்பத் தாவரங்கள் நறுமணத்தைக் கொண்டவையாகும். துளசிச் செடியின் தனிச்சிறப்புடைய நறுமணத்திற்கு இலையில் காணப்படும் எண்ணெயே காரணமாகும். காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் இந்த எண்ணெயை எடுக்கலாம். எண்ணெயில் துளசியின் மணமும், கிராம்பின் மணமும் கலந்திருக்கும். மண்ணின் தரம், பருவம், வகை இவற்றைப் பொறுத்து எண்ணெயின் தரம் மாறுபடும். எண்ணெய் வடிக்க இலைகளையும், பூக்கதிர்களையும் பயன்படுத்துவர். துளசி எண்ணெய்க்குப் பாக்டீரியா எதிர்ப்புத் திறனும் பூச்சி எதிர்ப்புத் திறனும் உண்டு; காசநோய்க்குக் காரணமான மைக்கோபேக்டீரியம் டியூபர்குளோசிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*) என்னும் பாக்டீரியாவில் வளர்ச்சி துளசி எண்ணெய் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படும். காசநோய் நுண்ணுயிர் எதிர்ப்புத் திறன் மருந்தான ஸ்டெப்ரோமைசீனில் 10 இல் 1 பங்கு துளசி எண்ணெய் உண்டு என்று கண்டறிந்துள்ளனர்.

துளசிச் செடியில் எண்ணெயைத் தவிர அல்கலாய்டு, கிளைகோசைடு, சபோனின், டானின் முதலியவை உண்டு, மலேரியாக் காய்ச்சலுக்கு மருந்தாக வேர் பயன்படுகிறது. துளசி இலைச்சாறு காசம், கண் நோய், செரியாமைக் குறைகளைப் போக்கும். காதுவலிக்கு இலைச் சாற்றை ஊற்றுவர். நாட்டு வைத்தியத்தில் தொண்டை வலி, மார்புச்சளி,

கபம் நீங்க, குருதித் தூய்மையடைய, மூளை வலிமை பெற, மாதவிலக்கு நோய் விலக, கருக்கால நோய், மாலைக்கண் நீங்க, மருந்துகள் தயாரிக்கத் துளசியைப் பயன்படுததுவர். மூச்சுப்பிடிப்பு, இடுப்பு வலி, கழுத்து வலி, உடலெங்கும் பிடிப்பு வலி முதலியவற்றிற்குத் துளசிச் சாற்றையும் இஞ்சிச் சாற்றையும் சேர்த்துப் பயன்படுத்துவர். வலிமை பொருந்திய துளசியின் சாறே, பித்த நோய்களையும் சேத்துமத்தின் நச்சுத் தீமைகளையும் நீக்கும். காலை வேளையில் வெறும் வயிற்றில் துளசித் தழையை உண்டால் நச்சுயிரிகள் அழிந்து விடும். எலி, பெருச்சாளி, நாய், பூரான் கடிகளுக்கு இது சிறந்த மருந்து. தேமல், படை முதலியவற்றிற்குத் துளசிச் சாற்றை உடல்மேல் பூசிக் குளிக்கலாம்.

நோய்கள். செதிள் பூச்சி (*Ceroplastodes Cajani*), கண்ணாடி இறக்கை நாவாய்ப்பூச்சி (*Monantlua globulifera*), இலைச்சுருட்டுப்புழு (*Pycanarmou caberalis*), இலைப் பூச்சி (*Lyncestis amphix*) முதலியவை துளசியில் நோயுண்டாக்கும் பூச்சிகளாகும். பூசணங்களால் தோன்றும் சாம்பல் நோயும், இலைச்செடிக்கருகலும், வேரழுகலும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

- த.பூபதி
- சி.கார்த்திகேயன்
- ப.சம்பங்கி
- கோ.அர்ச்சுணன்

துளுக்க சாமந்தி

இதனைத் துளுக்கமல்லிகை, கேந்திப்பூ, ஆப்பிரிக்கத் துளுக்க சாமந்தி என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப் பெயர் டேஜெட்டஸ் எரெக்டா (*Tagetes erecta*) என்பதாகும். இது ஆஸ்டரேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடி. பிரெஞ்ச் மாரிகோல்ட் என்னும் டேஜட்டஸ் பேட்டுலா (*Tagetes patula*) பூச்செடியைப் பூங்காக்களில் பாதை ஓரங்களிலும் முனைகளிலும் வளர்க்கலாம். இது விதை மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

வளர் முறை. துளுக்க சாமந்தி 130 - 150 நாள் வயதுள்ள பயிராகும். இதைப் பலவிதமான நிலங்களில் வணிகமுறையில் வளர்க்கலாம். பிரஞ்சுத் துளுக்க சாமந்தி மணற்பாங்கான நிலங்களில் நன்கு வளர்கிறது. ஆப்பிரிக்கத் துளுக்க சாமந்தி வளமான, அளவான உரமிட்ட, ஈரமான நிலங்களில் வளர்கிறது. இச்செடியை அனைத்துப் பருவத்திலும் வளர்க்கலாம். இருப்பினும் இது பனியைத் தாங்கி வளர்வதில்லை.

ஒரு ஹெக்டேர் நடவுக்கு 1.5 கி.கி. விதையை நாற்றுவிட வேண்டும். விதைத்து 1 திங்கள் வயதுடைய நாற்றுகள் நடப்படுகின்றன. 45 x 30 செ.மீ. அளவில் பார் அமைத்து, பயிர்களின் ஓரங்களில் நாற்றுகளை நடுவதும் உண்டு. பாத்திகளிலும் தொட்டிகளிலும் நாற்றுகளை நடுவர்.

துளுக்க சாமந்தி (*Tagetes erecta*)

துளுக்க சாமந்தியை வளர்க்கும் நிலத்தை நன்கு உழுதுப் பண்படுத்தி, போதுமான அளவு தொழு உரம் அல்லது மக்கிய கம்போஸ்ட் உரத்தை இட்டு நடவு செய்தல் செடிக்கு நல்ல வளர்ச்சியைத் தரும். ஃபிரெஞ்சுத் துளுகக சாமந்திக்கு மிகுதியான உரத்தை இடக்கூடாது ; இட்டால் தழை வளர்ச்சி மிகுந்து பூ உற்பத்தி குறையும். ஆப்பிரிக்கத் துளுக்க சாமந்திக்கு ஹெக்டேருக்கு 25 டன் தொழு உரமிடப்படுகிறது. ஹெக்டேருக்கு 125 கி.கி. தழைச்சத்து, 120 கி.கி. மணிச்சத்து, 25 கி.கி. சாம்பல் சத்து தரும் உரங்கள பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன. நட்ட செடிகளுக்கு வாரம் ஒரு

முறை நீர்ப் பாய்ச்ச வேண்டும். ஆனால் நீர் தேங்கக்கூடாது. முதல் பூமொட்டு உண்டான உடனேயே செடியின் நுனியைக் கிள்ளிவிட வேண்டும். இதனால் செடி புதர்போல் வளர்ந்து மிகுதியான பூக்களை உண்டாக்கும். பெரும்பாலும் நட்ட 60ஆம் நாளில் பூக்களில் முதல் முறையாக அறுவடை செய்யலாம். பின்பு மூன்று நாள்களுக்கு ஒரு முறை அறுவடை செய்யலாம்.

பயன்கள். துளுக்க சாமந்திப் பூக்கள் மாலையாகப் பயன்படுகின்றன. ஆ∴ப்ரிக்கத் துளுக்க சாமந்தி பொன்மஞ்சள், ஆரஞ்சு, எலுமிச்சம்பழ மஞ்சள், ரோஜா நிறப் பூக்களைத் தரும். ஏறக்குறைய வெண்ணிறப் பூக்கள் தரும் வகையும், பெரிய இரு வேறான நிறமுடைய பூக்களைத் தரும் குட்டை வகையும் உள்ளன. இதில் வீரிய ஒட்டு வகைகள் குட்டையானவை. பூக்களை ஆப்பிரிக்கத் துளுக்க சாமந்தியை விட முன்னதாகவே உற்பத்தி செய்யும். இதில் பூக்கள் மஞ்சள், ஆரஞ்சு, பொன் மஞ்சள், ரோஜா நிறங்களில் உள்ளன. இப்பூச்சிகளில் புள்ளி, வரிகள்கூடத் தென்படலாம்.

துளுக்க சாமந்திக்கு மருத்துவப் பண்புகளும் உண்டு. இப்பூ காய்ச்சல், கால் கை வலிப்பு நோய்களைப் போக்கும். மஞ்சள் நிறப்பூ குருதியைத் தூய்மை செய்யும். கண்ணோய்க்கும் பல், ஈறு ஆகியவற்றுக்கும் நல்லது; வயிற்று உப்புசத்தை அகற்றும்; வீக்கத்தைக் குறைக்கும். தோல் நோய், ஈரல் நோய், மூலநோய் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இலை சிறுநீரகக் கோளாறுகளுக்கும், தசைவலிக்கும், காதுவலிக்கும் நல்லது. கொப்புளம், அரசப் பிளவை ஆகியவற்றுக்கும் துளுக்க சாமந்திச் சாற்றைத் தடவலாம்.

- கோ.அர்ச்சுணன்

துணைநூல். James Underwood Crockett, *Annuals*, Time Life Books, Canada, 1971.

துளை

பண்பியல்பாக, கதிரியக்கம் அல்லது துகள் பாயங்கள் செல்லும் ஒரு திறப்பிற்குத் துளை (aperture) என்று பெயர். ஒளியியல் கருவிகள், தொலைத் தொடர்புகள் போன்ற பல துறைகளில் துளை பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு வில்லையின் (lens) துளை என்பது அதன் விட்டமாகும். மேலும் ஒரு வில்லையின் எண்ணியல் துளை (numerical aperture) என்பது n sin u ஆகும். இங்கு u என்பது வில்லையின் கோண ஆரம். இதைப் பொருளின் ஒளியியல் அச்சின் மீதான புள்ளியிலிருந்து பெறலாம். n என்பது பொருள், வில்லை இரண்டிற்குமிடைப்பட்ட ஊடகத்தின் ஒளி புகுந்திறன் ஆகும்.

சார்புத் துளை அல்லது f-எண் என்பது ஒளியியல் அமைப்பின் குவியத் தொலைவு, கண்ணருகு வாயிலின் விட்டம் இவற்றிற்கிடையேயுள்ள விகிதமாகும். பொருளச்சுப் புள்ளியில் ஓர் ஒளியியல் கருவியின் கண்ணருகு வாயிலின் ஆரத்தால் ஏற்படுத்தப்படும் கோணம் துளைக் கோணம் ஆகும்.

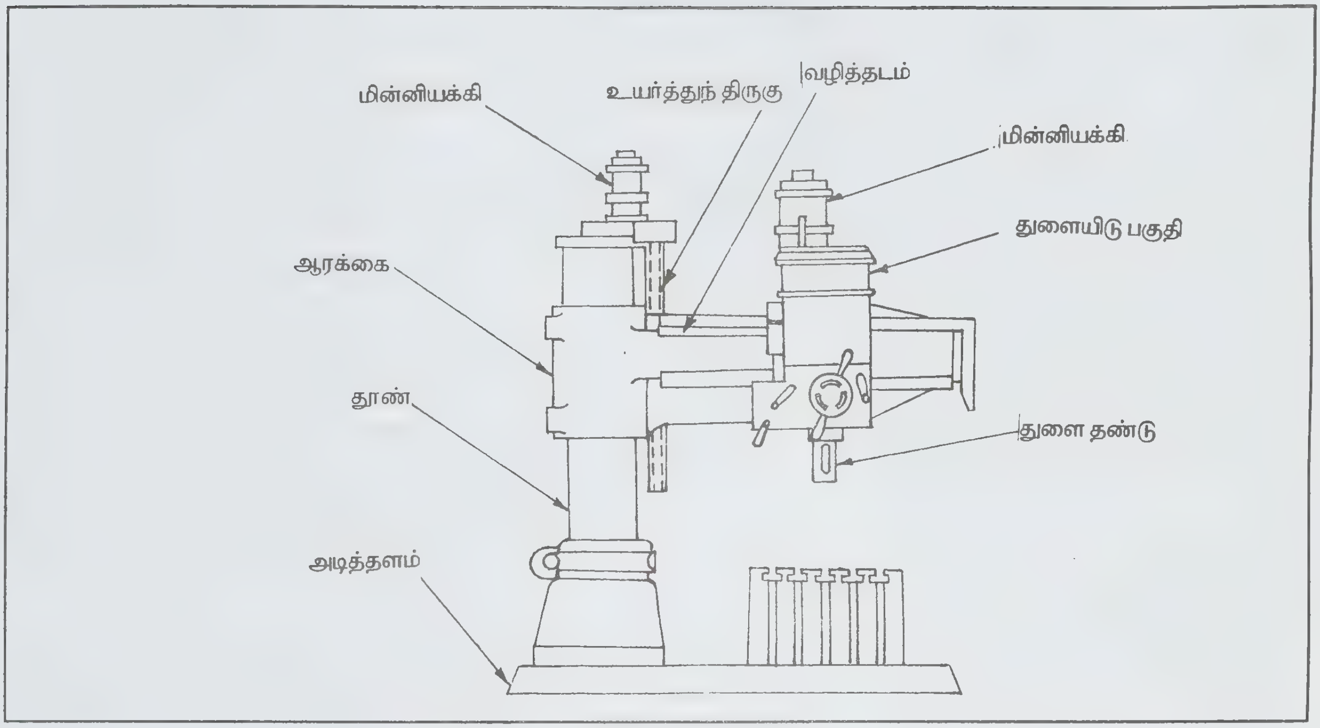
ஒரு திசை உணர்சட்டத்தின் (antenna) துளை என்பது, உணர்சட்டத்தின் அருகிலுள்ள ஒரு சமதளப் பரப்பின் பகுதி ஆகும். இது பெரும கதிரியத்தின் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். இதன் வழியாகக் குறிப்பிடத்தக்க பகுதிக் கதிரியக்கம் செல்லும்.

- பெ.துரைசாமி

துளை எந்திரம்

பொதுவாக முதலில் துளைகள் ஏற்படுத்துவதற்கென்றே உருவான துளை எந்திரம், இயக்க அமைப்புக் காரணமாகப் பல்வேறு வேலைகளுக்கும் பயன்பட்டது. சுழன்று கொண்டிருக்கும் உளியின் பக்க வாட்டிலும் வெட்டு முகங்கள் இருக்கின்றன. இந்த உளி தண்டு போல் இருக்கும். இத்தண்டு உளியினை விசையுடன் செலுத்தித் துளைகளை உண்டாக்கும் முறைக்குத் துளையிடுதல் என்று பெயர். துளையிடு உளிக்குச் சுழல் இயக்கத்தினைச் சீராக விசையுடன் அளிக்க முதன்மை உறுப்பாகச் சுழல் தண்டு (spindle) தேவைப்படுகிறது. இச்சுழல் தண்டினையும் அதனை வேறுபடுத்தி இயக்கவல்ல தேவைக்கேற்ற நுட்பத்தினையும் உடைய கட்டமைப்பே துளையிடு எந்திரமாகும்.

ஆரத் துளை எந்திரத்தின் எளிய அமைப்பு. துளை எந்திரத்தின் துளையிடு முறைகளுக்கேற்ப இயக்கம் கொண்ட ஆரத்துளையிடு எளிய அமைப்பு படம் 1இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. எந்திரத்தின் அடிப்பகுதி கட்டுறுதியான வார்ப்படப் பகுதியாகும். இது தரையில் அடித்தளத் திருகாணிகளால் இறுகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதன் பரப்பில் 'T' வடிவக் காடிகள் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கம். இவ்வமைப்பே மேடையாகவும் பயன் தரும். தின்மையான உருள் வடிவத்தூண் பகுதி அடித்தளப் படுகையின் மேல், செங்குத்தாக ஒரு மூலையில் நிறுவப்பட்டிருக்கும். இத்தூணின் ஆர அமைப்பில் சுழலும் புயம் ஒன்று படத்தில் காட்டியபடி அமைந்துள்ளது.



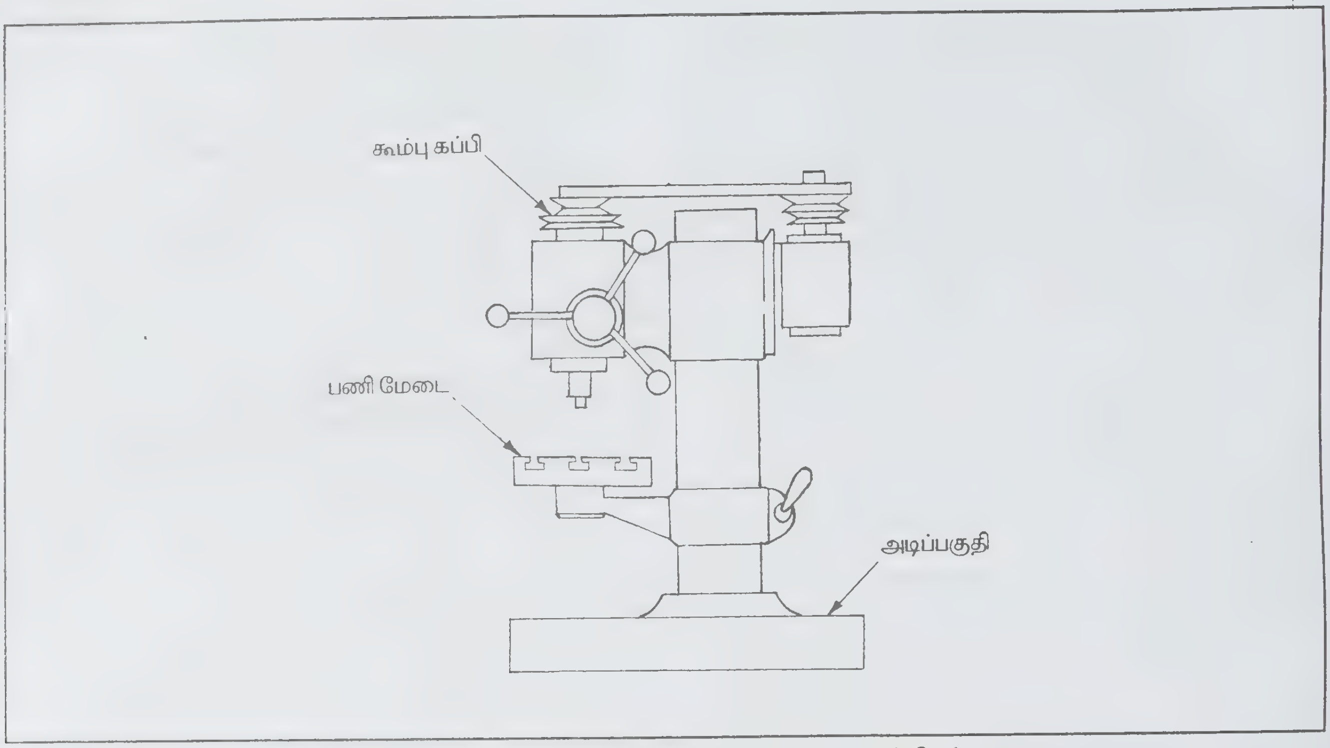
படம். 1. ஆரத் துளை எந்திரம்

தூணின் மீது இப்புயத்தினை மேலும் கீழும் நகர்த்தலாம். மேடை அல்லது படுகை மீது வைக்கப்படும் வேலைகளுக்கு ஏற்றவாறு இப்புயம் உயர்த்தப்படும். இப்புயத்தினைக் கையாலோ எந்திர நுட்பங்களுடனேயோ தூளைச் சுற்றி இயக்கலாம். இப்புயமும் கட்டுறுதியான வார்ப்புப் பகுதியாகும். இப்புயத்தின் நீளவாக்கில் காடி வழிகள் வருவப்பட்டிருக்கும். இதில் உளிப்பெட்டி, உளியினை இயக்கும் எந்திர நுட்பம் அனைத்தும் முறையே பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

உளிப் பெட்டியினைக் கிடைமட்டமாகவோ மேலும் கீழுமாகவோ நகர்த்தவல்ல எந்திர நுட்பம் அனைத்தும் இப்புயத்திலேயே பொருத்தப்பட்டுள்ளன. உளிப் பெட்டியினை எந்தக் கோணத்திலும், எந்த இடத்திலும், எந்த உயரத்திலும் நிலைப்படுத்தலாம். மேலும் உளிப்பெட்டியில் துளையிடு உளிக்கு ஊட்டம் கொடுக்கவும், வேறுபடும் வேகத்தில் சுற்றச் செய்யவும் உதவும் நுட்ப அமைப்பும் இப்புயத்தில் காடியில் நகரும்படிப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். உளியினைக் கையாலேயே உயர்த்தி இறக்கவும், கிடைமட்டமாக நகர்த்தவும் தகுந்த சக்கரப் பிடிகள் உள்ளன. உளியினை விரும்பியவாறு அமைக்கக்கூடிய இவ்வித அமைப்பு அந்த எந்திரத்தினை அனைத்து வகையான வேலைகளுக்கும் பொருந்தும் சிறப்புடையதாகச் செய்கிறது. சீரான வேகமுடைய மின்னியக்கி ஒன்று புயத்தின் ஒரு புறத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்மின்னியக்கி புயத்தின் நீளவாக்கில் உள்ள நீள் தண்டினை இயக்கச் செய்கிறது. மாற்றுத் தளச் சாய்பல்லிணை (bevel gear) அமைப்பினால் நீள் உருளையிலிருந்து துளையிடு தண்டிற்குத் தொடர்பு ஏற்படுகிறது.

செங்குத்துச் சிறுதூண் துளை கருவி. செங்குத்துத் துளையிடு கருவி சிறு தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் மிக எளிய அமைப்பாகும்.

இது படம் 2-இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அடிப் பகுதியின் நடுவில் உருள் தூண் ஒன்று நிறுவப்பட்டுள்ளது. ஆனால் சற்றே வேறுபடாத, இத்தூணின் அமைப்பு, திருகு பற்சக்கரங்களின் உதவியால் மேலும் கீழும் நகரும்படியாக இருக்கும். இத்தூணின் பரப்பிலுள்ள காடி அமைப்பில் நகரும்படியாக ஆரப்புயம் உள்ளது. இந்த ஆரப்புயத்தில் துளையிடு உளிப் பெட்டி, இயக்கு நுட்பம், சக்கரப் பிடிகள் அனைத்தும் அடங்கியுள்ளன. வேலைகளைத் தாங்கும் மேடை சிறப்பான முறையில், மேலும் கீழும் நகரும் படியாகவும், செங்குத்து அச்சினைச் சுற்றிச் சுழலும் படியாகவும் திருகு பல்லிணை மற்றும் கைப்பிடிகளைப் பெற்றிருக்கும். எனவே உளிக்குக் கீழே முறையாக வேலையினை நிறுவுவதற்கு ஆரப்புயமும் மேடையும் இயக்கப்பட்டு, வேலையின் அளவு, 'உயரம் ஆகியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு இரண்டும் நிலைப்படுத்தப்படும்.



படம் 2. செங்குத்துச் சிறுதூண் துளை எந்திரம்

கீழே அமைக்கப்பட்டிருக்கும் மின் இயக்கியிலிருந்து தொடர்பு, கம்பி மற்றும் வார்ப்பட்டை மூலமே செலுத்தப்படுகிறது. கட்டமைப்பு கட்டுறுதியான வகையில் மேடை தொக்கும் புயமாகவே இருக்கிறது. தாங்கும் படி அமைவதில்லை. எளிய சிறு அல்லது எடை குறைவான வேலைகளுக்கு இது மிகவும் சிறந்தது.

துளை எந்திரத்திற்கு உரிய வேலை முறைகள். துளையிடு கருவிகளின் அடிப்படையினைக் கொண்டு பல்வேறு வேலைகளைச் செய்யலாம். அவை துளையிடல், துருவுதல், துளை அகலப்படுத்துதல் அல்லது புழையிடல் (boring), துளைவிளிம்புச் சாய் பள்ளமிடல் (counter sinking), துளையின் விளிம்பில் பெரிதுபடுத்தல் (counter boring) துளை விளிம்புச் சதுரமிடல் (spot facing), உள் மறையிடல் (tapping), மெருகிட்டுப் பளபளப்பாக்கல், அரவையிடல் (grinding), உள்ளீடற்ற வெட்டு உளித் (hollow cutting tod), துளையிடல் (trepanning) என்பன.

– கே.ஆர். கோவிந்தன்

வகைகள்

கட்டமைப்பு, துளையிடும் பணி ஆகியவற்றைப் பொறுத்துத் துளை எந்திரம் எட்டு வகைப்படுகிறது. அவை கையடக்க கையேந்து துளை எந்திரம் (portable drilling machine), நுண் பதிவு துளை எந்திரம் (sensitive drilling machine), செங்குத்துத் துளை எந்திரம் (upright drilling machine), ஆரத் துளை எந்திரம் (radial drilling machine), கூட்டுத் துளை எந்திரம் (gang drilling machine), பல் சுழல் தண்டுத் துளை எந்திரம் (multiple spindle machine) தன்னியக்கத் துளை எந்திரம் (automatic drilling machine), ஆழத் துளை எந்திரம் (deep hole drilling machine) என்பன.

கையடக்கத் துளை எந்திரம். ஒரு செந்தரத் துளையிடும் எந்திரத்தால் துளையிட இயலாத பணிப் பொருளை, கையடக்கத் துளை எந்திரத்தைப் பயன்படுத்தித் துளையிடலாம். இவ்வெந்திரங்கள் மிகுதியாக மின்னோடிகளாலும் அரிதாக மனிதராலும் (hand power) இயக்கப் படுகின்றன. இவ்வெந்திரத்தில் பயன்படும் மின்னோடியை மாறுதிசை, நேர் திசை ஆகிய இரு மின்னோட்டங்களிலும் இயக்கலாம். இதில் 12-18 மி.மீ. விட்டமுள்ள துளைக்கருவி (drill) பயன்படுகிறது. சிறிய அளவு துளைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதால் இவ்வெந்திரத்தை மிகு வேகத்தில் இயக்கலாம்.

நுண் பதிவு துளை எந்திரம். எடை குறைந்த பணிப் பொருளில் மிகு வேகத்தில் சிறு துளைகளை இட இவை

பயன்படுகின்றன. இவ்வெந்திரத்தின் அடிப்பகுதி ஒரு பணி மேடை அல்லது தளத்தின் (bench or floor) மேல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஒரு செங்குத்துத் தூண், ஒரு கிடைத்தள மேசை, மின்னோடியைத் தாங்கும் அமைப்பு, ஓட்டமைப்பு (driving mechanism), துளைக்கருவியை இயக்கவும் சுழற்றவும் பயன்படும் ஒரு செங்குத்துச் சுழல் தண்டு ஆகியவை காணப்படும். பணிப் பொருளில் துளைக்கருவியைக் கையால் செருக வேண்டும்.

துளைக் கருவி தேய்மானம் அடைந்தாலோ, குலைவு அடைந்தாலோ, துளைகருவியின் மேல் உள்ள அழுத்தத்தை நீக்கித் துளைக்கருவி சேதமடையாமல் காக்கலாம். இதில் 1.5-15.5 மி.மீ. விட்ட அளவுள்ள துளைக்கருவி பயன்படுகிறது. மிகு நுண் பதிவுடைய துளை எந்திரத்தில் 0.35 மி.மீ. விட்ட அளவுள்ள துளைகருவிகள் பயன்படுகின்றன. இவ்வெந்திரம் ஒரு நிமிடத்திற்கு 20,000 சுற்றுகள் அல்லது அதற்கு மேல் மிக வேகத்தில் சுழலும்.

கூட்டுத் துளை எந்திரம். இவ்வெந்திரத்தில் ஒரு பொது அடித்தளத்தின் மேல் பல சுழல் தண்டு பக்க இணைப்புத் (side by side placement) துளை எந்திரத் தூண்களும், பணி மேடையும் காணப்படும். இதில் பொதுவாக 4-6 பக்க இணைப்பிட்ட சுழல் தண்டுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். துணி கருவிச் சுழல் தண்டுகள் சில எந்திரங்களில் நிலையாகவும் சில எந்திரங்களில் மாற்றியமைக்கக் கூடியவாறும் இருக்கும். பணி மேடையிலுள்ள பணிப்பொருளின் நிலையைத் தேவைக்கேற்றபடி மாற்றியமைக்கலாம்.

பல் சுழல் தண்டுத் துளை எந்திரம். ஒரு பொருளில் ஒரே நேரத்தில் பல துளைகளை இடவும் பெரும் உற்பத்தியில் (mass production) ஒத்து துளைகளைப் பல பொருளில் இடவும் இது பயன்படுகிறது. இவ்வெந்திரங்களில் உள்ள சுழல் தண்டுகளை ஒரு மின்னோடி இயக்கும். பணி மேடையை உயர்த்தியோ, துளை கருவிகளின் முனைகளைத் தாழ்த்தியோ இவற்றிற்கிடையே செயல்பாட்டை உண்டாக்கலாம். இதிலுள்ள துளைகருவிச் சுழல் தண்டுகள் பொது மூட்டுகளைப் பயன்படுத்தி முதன்மை ஓட்டுடன் (main drive) பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

தன்னியக்கத் துளை எந்திரம். அடுத்தடுத்துள்ள தொகுதிகளில் தொடர்ந்து துளையிடவும் ஒரு தொகுதியிலிருந்து பிறிதொரு தொகுதிக்குப் பணியைத் தன்னியக்கமாக மாற்றவும் இவ்வெந்திரம் பயன்படுகிறது. முதல் எந்திரத்தில் பணிப் பொருளைப் பொருத்தினால், அது இரண்டாம் எந்திரத்தை அடைந்து, இறுதித் தொகுதியிலிருந்து மனிதக் கையாளுகை இன்றித் தானே வெளிவரும். இவ்வெந்திரங்கள் மிகுதியாக உற்பத்திப் பணிகளிலும், துருவல் (milling), மென் மெருகிடல் (honing) போன்றவற்றிலும் பயன்படுகின்றன.

ஆழத் துளை எந்திரம். துப்பாக்கிக் குழல்கள் (rifle barrels), வணரித் தண்டுகள் (crank shafts), நீள் தண்டுகள் போன்றவற்றில் ஆழத் துளைகளை இட இவ்வெந்திரம் பயன்படுகிறது. இவ்வெந்திரம் மிகு வேகத்தில் இயங்கும். வெட்டிய சீவல்களை அகற்றவும், துளைக்கருவியின் வெட்டு முனைகளைக் குளிர்விக்கவும். வெட்டுப் புள்ளிகளில் உயவு எண்ணெய் பயன்படுகிறது. துளைக்கருவியைப் பணிப் பொருளில் சரியாகச் செலுத்த, பணிப் பொருள் சிறிது சுழற்றப்படும். மிகு துல்லிய துளையிடத் துளைக்கருவியும் பணிப்பொருளும் சுழற்றப்படும்.

பயன்கள். துளை எந்திரம் பலவகையிலும் பயன்தரக்கூடியது. துளையிடல் தவிர வேறுவிதமான வேலைகளையும் எளிதாகச் செய்யலாம். துளை எந்திரத்தின் அமைப்பு மேலும் பல மாற்றங்களுக்கும் மேன்மைகளுக்கும் நெகிழ்வுடையது. தகுந்த பிடிப்பான்களைக் கொண்டு வேலைப் பாளங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட துளைகளை உண்டாக்கலாம். அதிக அளவு உற்பத்திக்கு ஏற்றது. மேலும் இயக்கம் விரைவாகவும் இயக்கச் செலவு குறைவாகவும் இருக்கும்.

துளை கடைவான்

ஒரு துளையைப் பெரிதாக்கவும் இறுதிச் சீரமைப்பாக்கவும் பயன்படும் ஒரு பல்முனை வெட்டுளி, துளை கடைவான் (reamer) எனப்படுகிறது. இதன் மூலம் சொரசொரப்பற்ற சரியான அளவுடைய துளையைப் பெறலாம். இது கார்பன் உளி எஃகு (carbon tool steel), கடைசல் உளி எஃகு (high-speed steel) ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினால் தயாரிக்கப்படுகிறது. துளை கடைவான் பல அளவுகளிலும் வகைகளிலும் கிடைக்கும். இது எந்திரத் துளை கடைவான், கைத் துளை கடைவான் என இரு வகைப்படுகிறது.

எந்திரத் துளை கடைவான்

இது துளையிடும் அழுத்தப் பொறி (drill press), பொறிகளின் உறுப்புகளைக் கடையும் எந்திரம் (engine lathe), டர்ரட் கடைசல் எந்திரம் ஆகியவற்றில் பயன்படும். மோர்ஸ் சரிவு உடல் தண்டுகள், நேர் உடல் தண்டுகள் இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினால் எந்திரத் துளை கடைவான் செய்யப்பட்டிருக்கும். எந்திரத் துளை கடைவான் பட்டையிடப்பட்ட துளை கடைவான்

(rose reamer), வரிப்பள்ளமிடப்பட்ட துளை கடைவான் (fluted reamer) என இருவகைப்படுகிறது.

பட்டையிடப்பட்ட துளை கடைவான். இது 0.07-0.25 மி.மீ அளவுள்ள சொசொரப்புடன் கூடிய துளையைக் கடையப் பயன்படுகிறது. 45° முனைவெட்டுக் கோணத்தை உடைய இத்துளை கடைவானில் பின் சரிவு (back taper) காணப்படும்.

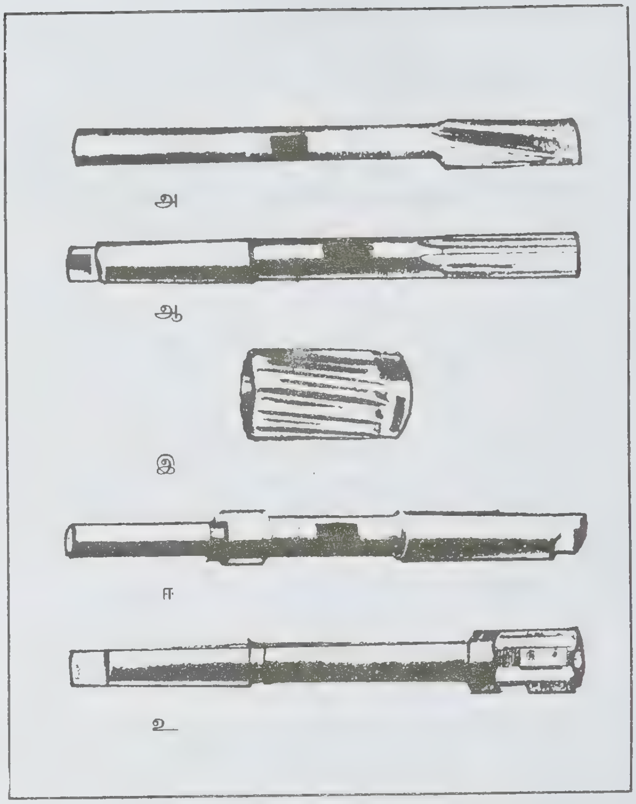
வரிப்பள்ளமிடப்பட்ட துளை கடைவான். இது பட்டையிடப்பட்ட துளை கடைவானைவிட மிகுதியான வரிப்பள்ளங்களைக் கொண்டிருக்கும். இது துளைகளை இறுதிச் சீரமைப்பு அளவுக்குக் கடையப் பயன்படுகிறது. ஒரு துளையை நேரடியாகத் துளை கடையவோ ஒரு பட்டையிடப்பட்ட துளை கடைவான் மூலம் துளை கடைந்த துளையை மேலும் துளை கடையவோ பயன்படுகிறது.

இது 45° சாய்வு வெட்டு முனையில் துளை கடையும். வரிப்பள்ளங்கள் ஊடே நீளவாக்கில் 0.127-0.508 மி.மீ. அகலம் ஓரம் (margin) காணப்படும். சராசரி துளையிட்டும் பண்புகளை உடைய பொருள்களைத் துளை கடைய நேரான வரிப்பள்ளமிடப்பட்ட (straight fluted) எந்திரத் துளை கடைவான் பயன்படுகிறது.

கூடுதுளை கடைவானில் (shell reamer) திருகுசுழல் வரிப்பள்ளங்கள் (helical flutes) காணப்படும். ஒரே மென்தண்டில் (arbor) பல அளவுகளிலுள்ள கூடு துளை கடைவான்களைப் பொருத்தலாம். இவ்வகைத் துளை கடைவான் பழுதடைந்துவிட்டால், பழைய மென்தண்டில் ஒரு புதிய துளை கடைவானைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

சீராக்கத்தக்க எந்திரத் துளை கடைவானின் (adjustable machine reamer) அலகுகள், கடைசல் உளி எஃகு கார்பன் முனையுள்ள கடைசல் உளி எந்திரம் இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினால் செய்யப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் மூலம் 1 மி.மீ. விட்ட அளவுக்குத் துளையை எளிதாகச் சீரமைக்கலாம். அலகுகள் பழுதடைந்துவிட்டால், அவற்றைப் புதுப்பித்துக் கொள்ளலாம்.

கார்பைடு முனையுடைய துளை கடைவான் விரைவில் தேய்மானம் அடைவதில்லை. கடைசல் உளி, எஃகு துளை கடைவானைவிட உயர் வெப்ப நிலைகளையும் உயர் வெட்டு வேகங்களையும் தாங்கவல்லது. இது குறிப்பாக அய மற்றும் அயமற்ற காந்த வார்ப்புகளின் துளை கடையப் பயன்படுகிறது. தனிப்பட்ட பயன்களுக்கேற்ற எந்திரத் துளை கடைவான் பல அளவுகளில் கிடைக்கிறது.



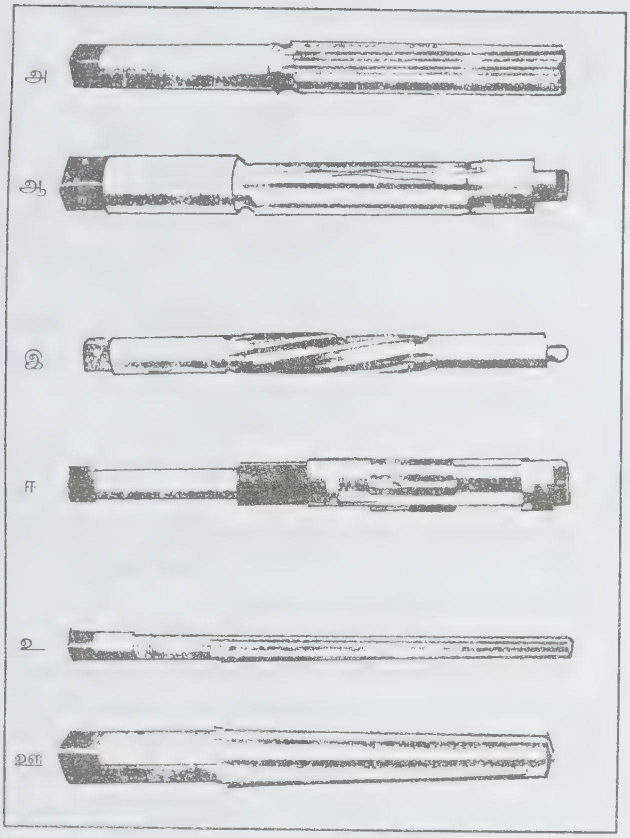
படம் 1. எந்திரத் துளை கடைவான்

வகைகள் : (அ) திருகுசுழல் வரிப்பள்ளம்
(ஆ) நேர் வரிப்பள்ளம்
(இ) கூடு
(ஈ) கூடு துளை கடைவானுக்கான மென்தண்டு
(உ) சீராக்கத்தக்க வகை

கைத் துளை கடைவான்

நேர் வரிப்பள்ள வகை. இது கார்பன் உளி எஃகு, கடைசல் உளி எஃகு இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினால் செய்யப்பட்டிருக்கும். இதன் வெட்டும் முனை ஒரு தொடக்கச் சரிவை உடைய அடித்தளமாகப் படிந்திருக்கும். இதன் துளையினுள் துளை கடைவான் எளிதாக நுழையும்.

திருகுசுழல்-வரிப்பள்ள வகை. இது நேர் வரிப்பள்ள வகையைப் போலவே இருக்கும். இவ்வகைத் துளை கடைவான் விட்டுவிட்டுத் துளை கடையவோ சாவித் துளைகளுக்கு இடைவெளி விட்டுத் துளை கடையவோ பயன்படுகிறது. திருகுசுழல் வரிப்பள்ளம் குறைந்த அதிர்வுடைய (chatter) ஒரு சொரசொரப்பற்ற துளையை உண்டாக்கும்.



படம் 2. கைத் துளை கடைவான்

(அ) நேர் வரிப்பள்ளம்

(ஆ) விரிவுபடுத்தக்கூடிய நேர் வரிப்பள்ளம்.

(இ) விரிவுபடுத்தக்கூடிய வலத் திருகுசுழல் வரிப்பள்ளம்

(ஈ) சீராக்கத்தக்க வகை

(உ) சரிவு ஊசி

(ஊ) மோர்ஸ் சரிவு இறுதிச் சீரமைவு

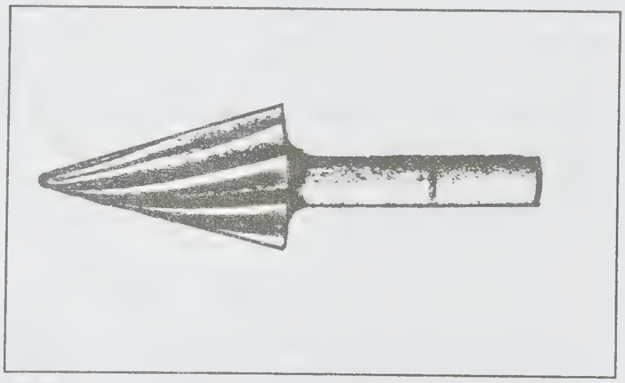
விரிவு வகை. இது நேர்வரிப்பள்ளம், திருகுசுழல் வரிப்பள்ளம் இவற்றில் ஏதேனும் ஒரு வகையில் செய்யப் பட்டிருக்கும். இவ்வகைத் துளை கடைவானில் விரிவுபடுத்த லுக்காக ஒரு சீராக்கத்தக்க திருகு காணப்படுகிறது. இதன் முனையில் ஒரு மிகச் சிறிய வழிகாட்டி (pilot) இருக்கும். இதனால் நேரமைவைப் (alignment) பெறலாம்.

சீராக்கத்தக்க வகை. துளை கடைவானில் குறிப்பிட்ட அடிப்படை அளவுக்குள்ளாக அவ்வளவிற்குச் சற்று மிகுதியாகவோ குறைவாகவோ தேவையான அளவிற்குச் சீராக்கிக் கொள்ளலாம். இத்துளை கடைவான் 6.35-85 மி.மீ. விட்ட அளவுகளில் கிடைக்கிறது. இதன் அலகுகள் கார்பன் எஃகினாலோ கடைசல் உளி எஃகினாலோ செய்யப்பட்டிருக்கும். ஒரு சுரையைத் தளர்த்தியும் ஒரு சுரையை இறுக்கியும் அலகுகளை (blades) வரிப்பள்ளங்களில் நகர்த்தலாம்.

சரிவு முனை வகை. இத்துளை கடைவானின் ஒவ்வொரு 300 மி.மீ. அளவுக்கும் 6.35 மி.மீ. சரிவு இருக்கும். இது செந்தரச் சரிவு முனைகளில் துளைகளைக் கடையப் பயன்படுகிறது. சரிவு முனைத் துளை கடைவான் (taper pin reamer) நேர் அல்லது வலத் திருகுசுழல் வரிப்பள்ளங்களுடன் கார்பன் எஃகு அல்லது கடைசல் உளி எஃகினால் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

சரிவு குழிப்பள்ள வகை. இது செந்தர மோர்ஸ், பிரவுன் மற்றும் கூழ்ச் சரிவு துளைகளைக் கடையப் பயன்படுகிறது.

பிசிர் நீக்கும் வகை. இது வெட்டுங் குழாய், நீர் கடத்துங் குழாய் (conduit) ஆகியவற்றிலிருந்து பிசிறுகளை நீக்கப் பயன்படுகிறது. இது மென் பொருள்களில் உள்ள துளைகளைக் கடையவும் பயன்படுகிறது.



படம் 3. திருகுசுழல் வரிப்பள்ள பிசிர் நீக்கும் கைத் துளை கடைவான்

துளை கடைவானின் செயல்பாடு. எந்திரத் துளை கடைவானில் 40^0-50^0 வரை வெட்டு முனையில் சரிவு (bevel) இருக்கும். எந்திரத் துளை கடைவான் ஒரு துளையில் நுழைந்தவுடன் ஒரு துளையிடும் கருவி வெட்டுவது போலச் சரிவு முனையை வெட்டும். துளை கடைவான் பழுதடைந்தால் அது 45^0 சரிவு முனையில் மட்டுமே மீண்டும் கூர் திருத்தப்படும். பழுதடைந்த துளை கடைவானை ஓர் உளி மற்றும் உளிச் சாணை தீட்டும் பொறி (tool and cutter grinder) மூலம் வெட்டலாம்.

கைத் துளை கடைவான் புற எல்லையை வெட்டப் பயன்படுகிறது. வெட்டு முனையில் வரிப்பள்ளங்கள் நேராக

இரா. வெட்டு முனை ஒரு சரிவுடன் படிந்து காணப்படும். எனவே, துளை கடைவான், துளையினுள் எளிதாக நுழையும். கைத் துளை கடைவான் பழுதடைந்தால், தொடக்கச் சரிவுப் பகுதியில் மட்டுமே மீண்டும் கூர் திருத்தம் தேவைப்படும். எந்திரத் துளை கடைவான் போலவே உளி மற்றும் உளிச் சாணை தீட்டும் பொறியைப் பயன்படுத்தி கைத்துளை கடைவானையும் கூராக்கலாம்.

- இரா.இந்து

துளையில்லாக் குதம்

பிறந்த குழந்தைகளில் குதத்துளை காணப்படா நிலையில், மலம் போக வழியின்றிக் குடல் தடை உண்டாவதைத் துளையில்லாக் குதம் (imperforate anus) என்பர். இது நேர் குடல் முடியுமிடத்தைப் பொறுத்துப் பெல்லித் தளத்திற்கு மேல் வகை, கீழ்வகை என இருவகைப்படும். குடல் பகுதியும், தோல் பகுதியும் இணையும் இடத்தைப் பொறுத்து இயற்கையில் அமைய வேண்டிய குதத்துளை உண்டாகாமல் மூடப்பட்ட நிலை 4500 பிறப்புகளில் ஒரு குழந்தைக்குக் காணப்படும். கீழ்வகைத் துளையில்லாக் குதம் எளிதில் கண்டுபிடிக்கப்படுவதுடன் சரி செய்வதும் எளிது; மாறாக மேல்வகைத் துளையில்லாக் குதத்தில் பெல்லித் தளம் நலிந்து சிறுநீர்ப் பாதையுடன் புரையைக் கொண்டுள்ளமையால் சரி செய்வது கடினமாகும். பின் விளைவுகளும் நிறைவு தருவனவாக அமையா.

கீழ்வகைத் துளையில்லாக் குதம்

மூடப்பட்ட குதம். குதவாய் தோலால் மூடப்பட்டிருப் பதுடன் ஒரு சிறு துணைத் தோல் அடி வழியே குதவாய்ப் பகுதிக்கு முன்னால் பெரினியல் பகுதியில் மூலாதாரத்தில் காணப்படும்.

புறவிடக்குதம் (ectopic anus)**.** குதத்துளை இருக்க வேண்டிய பகுதியில் இராமல், ஆண் குழந்தைகளில் பெரினியத்திலும் (மூலாதாரத்தில்) பெண் குழந்தைகளில் பெண் பிறப்புறுப்புகளிலும் காணப்படும்.

சுருங்கிய குதம் (stenosed anus)**.** ஊசித்துளைப் போன்ற குதம் கண்ணுக்கப் புலப்படாமல் இருக்கும்.

மென்தோல் சுருங்கிய குதம் (membranous stenosis)**.** குதத்துளை இருந்தும் உட்புறம் மென்தோலால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

மேல் வகைத் துளையில்லாக் குதம்

குத நேர்குடல் உண்டாகா நிலையில் (anorectal agenesis) நேர்குடல் இடுப்புக் கூட்டு (pelvic) தளத்திற்கு மேல் முடிவடைவதுடன் ஆண்களில் சிறுநீர்ப் பையுடனும் ஒரு புரையுடனும் காணப்படும். பெண்களில் இப்புரை யோனியின் பின்புறம் காணப்படும். நேர்குடல் துளையற்ற நிலையில் (rectal artesia) இடுப்புக்கூட்டுத் தளத்திற்கு மேல் மொட்டையாக முடிவடைகிறது. குதம் இடுப்புக்கூட்டு தளத்திற்குக் கீழ் மொட்டையாக முடிவடைகிறது; இரண்டும் இணைவதில்லை. கிளோவாகா (cloaca) குதம், சிறுநீர்ப் பாதை, பிறப்புறுப்பு மூன்றும் ஒருங்கே பெரிய துளையில் காணப்படும்.

ஆய்வு. துளையில்லாக் குதம் கண்டுபிடிக்கப் பட்டவுடன், வேறு பிறவிக் குறைபாடு உண்டா என ஆய வேண்டும். குதப் பகுதியில் காசு அல்லது பேரியம் வைத்துத் தலைகீழாகக் கதிர்ப் படம் எடுத்துக் குடலில் உள்ள காற்றுத் துளையில்லாக் குத வகையைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

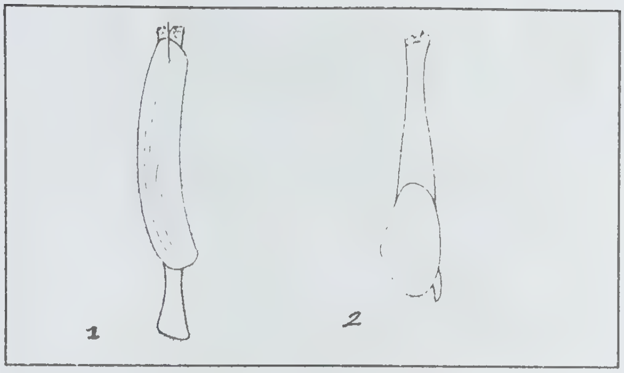
மருத்துவம். அறுவை மருத்துவமே சிறந்தது. கீழ் வகையாக இருப்பின் மூடிய குதத்தில் உள்ள குதப்பாதையை வெட்டிவிட வேண்டும். குதத்தின் புறத்தே பின் வெட்டு அறுவையில் (cut back operation) நேர்குடலின் துளையற்ற மையப்பகுதியைக் கீழ்ப்புறம் இழுத்துக் குதத்துடன் தைத்துவிட வேண்டும்.

மேல்வகைத் துளையில்லாக் குதத்தில் குழந்தையின் நலத்தைப் பொறுத்தும், புரைகளின் தன்மையைப் பொறுத்தும் குறுக்குக் குடல் துளை அறுவைக்குப் பிறகு (transverse colostomy) வயிறு வழியே புரையை வெட்டிச் சரி செய்து சில காலம் கழித்துக் குடல் இழுப்பு அல்லது குடல் தள்ளு (pull down) அறுவை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

- மா.ஜெ.பிரடெரிக் ஜோசப்

துளையுயிரி

இது மெல்லுடலித் தொகுதியில், கலப்பைக் காலி வகுப்பில், மெய் இலைச் செவுளி வரிசையில், வளைவு புறத்தோல் உடலித் துணை வரிசையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. துளையுயிரிகளில் (boring organisms) சில மரத்தையும் சில பாறையையும் துளைப்பவை; மரத் துளையுயிரிகள் வெப்பப் பகுதிகளிலுள்ள மரப் படகுகளைத் துளைத்து அழிக்கின்றன டெரிடோ, பேங்க்கியா, நாசிட்டோரா, சம்மோபியா, .·.போலாஸ், சேக்சிகாவா, சோலன், என்சிஸ் ஆகிய துளையுயிரிகள் குறிப்பிடத்தக்கவை.



1. என்சிஸ் 2. மயா

டெரிடோ. கடலில் மூழ்கிக் கிடக்கும் படகும், கப்பல் போன்றவற்றை எளிதில் துளைத்துவிடும் என்பதால் கப்பற்புழு (ship worm) எனும் பெயர் பெற்றுள்ளது. டெரிடோ தன் வாழ்க்கையைக் கூட்டுப் புழுவாகவே தொடங்குகிறது. தொடக்கத்தில் மிகச் சிறிய ஓட்டுடன் காணப்படும். மிகச் சிறியதானாலும் ஏனைய இளவுயிரிகளிலிருந்து இதை எளிதாக வேறுபடுத்திவிடலாம். நீரோட்டத்தால் இங்குமங்குமாக அலைக்கழிக்கப்பட்டு மரத்துண்டை அடைய நேரிட்டால் அதனையே பற்றிக் கொண்டுவிடும். ஒரு சிறு பாதமே (foot) முதலில் தோன்றுகிறது. பிறகு ஒருவித நுண்ணிழையின் உதவியால் தன்னை மரத்தோடு இணைத்துக்கொள்கிறது. அதன்பிறகே கூட்டுப்புழுவுக்குப் பாதுகாப்பாக இருந்த ஓடு, பல மாற்றங்களைப் பெற்றுத் துளைப்பதற்கேற்ற ஓடாகிறது. இதன் ஓடு மரத்தை அறுக்கும் வாளைவிட ஆற்றல் மிகுந்தது.

கப்பற்புழுவின் முன்பக்கத்தில் காணப்படும் உருள் வடிவ முன் முனையில் இரண்டு தகடுகள் (valves) அதை மூடுமளவிற்கு உள்ளன. இதன் வெளிப்புற, நடுப்புற மேற்புற உருள் பகுதிகள் வரிசை வரிசையான கூரிய பற்களையுடையவை. மரத்தைத் துளைப்பதற்குப் பின் தகட்டசைவுத்தசை பெரிதும் உதவுகிறது. கூட்டுப்புழுவை மரத்தோடு இணைப்பதற்கே பாதமும் சிறிய ஓடும் பயன்படுகின்றன. கப்பற்புழுவின் உடல் இரண்டு புறத்தோல் உறைகளுக்குமிடையே காணப்படுகிறது. இவ்வுறைகள் கீழ்ப்புறமாக இணைந்து நீண்ட புறத்தோல் குழியைத் தன்னுள் அடக்கியுள்ள குழாயாகின்றன.

புறத்தோலின் பின்குழிப் பகுதியில் இரண்டு நீர் செல் குழாய்கள் (siphons) உள்ளன. இக்குழாய்களின் அடிப்பகுதியில் இரண்டு சுண்ணாம்புத் தகடுகள் (pallets) காணப்படுகின்றன. குழாய்கள் உள்ளிழுக்கப்பட்ட பின்பு துளையை மூடுவதற்கு இவை பயன்படுகின்றன. செவுள்களிலுள்ள நுண்ணிழைகளின் செயலால் புறத்தோல் குழியின் உள்ளும் புறமும் தொடர் நீரோட்டம் ஒன்று தோன்றுகிறது. இதன் வழி, சில நுண்ணுயிரிகள் சேகரிக்கப்படினும் அவை உணவாகப் பயன்படுவதில்லை. இவ்வுயிரி மரத்தைத் துளைத்து உண்ணும்போது அதிலுள்ள மாவுச்சத்தை (cellulose) எளிதாகச் செரிக்கக்கூடிய உடலமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இதன் ஓட்டில் காணப்படும் தகடுகள் திருகு போலச் சுழற்றப்படும்போது கப்பல் மற்றும் கடலில் உள்ள மரம் முதலியவை துளையிடப்பட்டு அழிக்கப்படுகின்றன. இதனால் வெளிப்படும் மரத்தூளையே இது விழுங்குகிறது. இதில் பெரும்பகுதி, இரைப்பையுடன் தொடர்புடைய குடல்வாலில் (caecum) சேமிக்கப்படுகிறது. இத்தூள் பிறகு செரிமான சுரப்பிக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அதன் செல்களால் செரிக்கப்படுகிறது. காண்க: டெரிடோ.

சம்மோபியா. இது மணலில் புதைந்து வாழ்கிறது. ஆதலால் நீர் செல் குழாய்கள் நீளமாகவும் தனித்தனியாகவும் உள்ளன. குழாய்கள் மட்டும் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இவ்வுயிரியில் புறத்தோல் வளைவு நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளது.

செங்குனலேரியா. இது மண்ணில் புதைந்து வாழ்கிறது. நீர் செல் குழாய்கள் நீளமானவை; தனித்திருப்பவை; ஆழத்தில் புதைந்திருப்பவை; இது நீர் செல் குழாய்களைத தரையின் மேல் மட்டம் வரை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். ஆழமற்ற பகுதிகளில் இவ்வுயிரிகள் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும்.

ஃபோலாஸ். இது பவளப் பாறையைத் துளைத்து வாழ்கிற துளையுயிரியாகும். இதன் உடல் முழுதும் ஓடு மூடியுள்ளது. பாதம் மிகவும் சிறுத்துள்ளது. ஓட்டின் மேல்பகுதியில் துணை ஓடுகள் (accessory shells) உள்ளன. இவையே பாறையைத் துளைக்கப் பயன்படுகின்றன. இவ்வுயிரி, பாறையைத் துளைபதற்கேற்ற பாதத்தை பெற்றுள்ளது. பாதம் பாறையோடு ஒட்டும்போது பற்களுடைய கூர்மையான தகடுகள் அரம் போலச் செயல்பட்டுப் பாறையைத் துளைக்கின்றன.

சேக்சிகாவா. இதன் பாதம் குறுகிக் காணப்படுகிறது. இது துளைத்து உண்டாக்கும் குழாயில், சில வளைதசையுடலிகள் (*Annelids*) கூட்டு வாழ்க்கையைச் செவ்வனே நடத்துகின்றன.

சோலன். சவரக் கத்தி ஓடு (razor shell) எனப்படும் இவ்வுயிரியின் ஓடு நீண்டு திரண்டு உருளை போல் அமைந்துள்ளது. இரு முனைகளும் திறந்த அமைப்புடையன. ஒவ்வொரு தகட்டிலும் ஒரு கீல் பல் உள்ளது. பாதம் உருண்டு காணப்படுகிறது. குட்டையான நீர் செல் குழாய்கள்

இவ்விலங்கின் பின்புறத்தில் அமைந்துள்ளன. புறத்தோல் உறைகள் இரண்டும் கீழ்ப்புறத்தில் இணைந்துள்ளன. ஒரு துளையின் மூலம் இதில் பாதம் துருத்திக் கொண்டும் வெளியே நீட்டிக் கொண்டும் இருக்கும். திடீரென்று பாதத்தை உள்ளிழுத்து, நீரை ஓட்டுக்குள் ஈர்த்துப் பின் நீரை, நீர் செல் குழாய்கள் மூலம் பின்புறமாக விசையுடன் வெளியேற்றும் போது இம்மெல்லுடலி விரைவாக முன்னோக்கி நகர்ந்து பெரும் வேகத்தில் மணலில் துளையை உண்டாக்குகிறது. இது மணலில் புதையுண்டிருப்பினும் நீர் செல் குழாய்கள் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

என்சிஸ். இந்தியப் பெருங்கடலில் காணப்படும் இவ்விலங்கின் ஓடு 20 செ.மீ. நீளமிருக்கும். மேற்புறத்தில் சிறிது வளைவுள்ளது. வலத் தகட்டில் இரண்டு கீல் பற்களும் இடத் தகட்டில் மூன்று கீல் பற்களும் உள்ளன.

மயா. இவ்விலங்கிலுள்ள நீர் செல் குழாய்கள் இணைந்து நீண்டுள்ளன. பாதம் பிற துளையுயிரிகளுக்குள்ளவாறே குட்டையாக உள்ளது. நுண்ணிழை இல்லை. இதுவும் மணலைத் துளைத்து வாழ்வதாகும்.

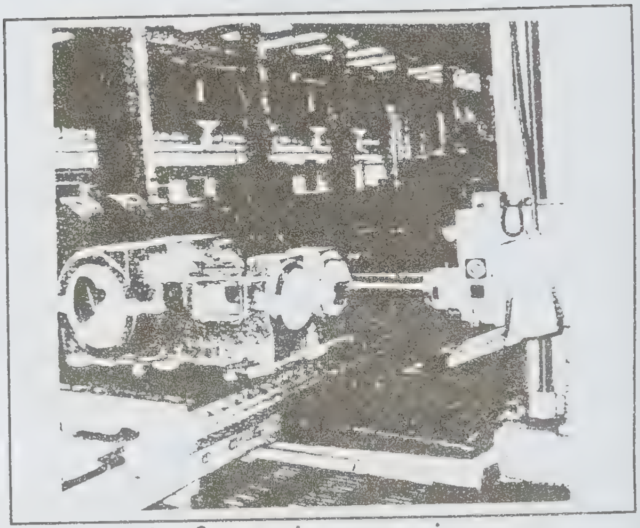
- ஜி.எஸ்.வீஜயலஷ்மி

துணைநூல். L.A.Borradaile and F.A.Potts, *The Invertebrate*, Asia Publishing House, New York, 1964.

துளை விரிவாக்கம்

ஓர் உலோகத் தண்டில் முன்னரே காணப்படும் துளையின் அளவைப் பெரிதாக்கும் எந்திரச் செயல்முறை துளை விரிவாக்கம் (boring) எனப்படும். இதனைப் புழையிடல் என்றும் வழங்கலாம். இம்முறைப்படித் தேவையான, மிகவும் துல்லியமான விட்ட அளவைப் பெறும் வரை அத்துளை சீராக்கப்படுகிறது. உலோகங்களில் முதலில் மையக் குத்திடுதல் (coring), துளையிடுதல் (drilling), அமுக்கித் துளைத்தல் (punching) போன்ற முறைகளின்படி வட்ட வடிவத் துளையிடப்படுகிறது. பின்னர் துளை விரிவாக்கம் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

துளை விரிவாக்கும் எந்திரங்கள் கிடைமட்ட வகை (horizontal), குத்துவகை (vertical) என இரு வகைப்படுகின்றன. கிடைமட்ட வகையில் பணிப்பொருள் அசையும் மேசையின் மீது சுழலக்கூடிய அச்சாணியால் நிலையாகப் பிடிப்பாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். துளைப்பு உளி (drill bit) பணிப்பொருளினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இத்துளைப்பு உளி செங்குத்தான சீராக்கக்கூடிய தலைப்பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம். கிடைமட்ட வகைத் துளை விரிவாக்கும் எந்திரம்

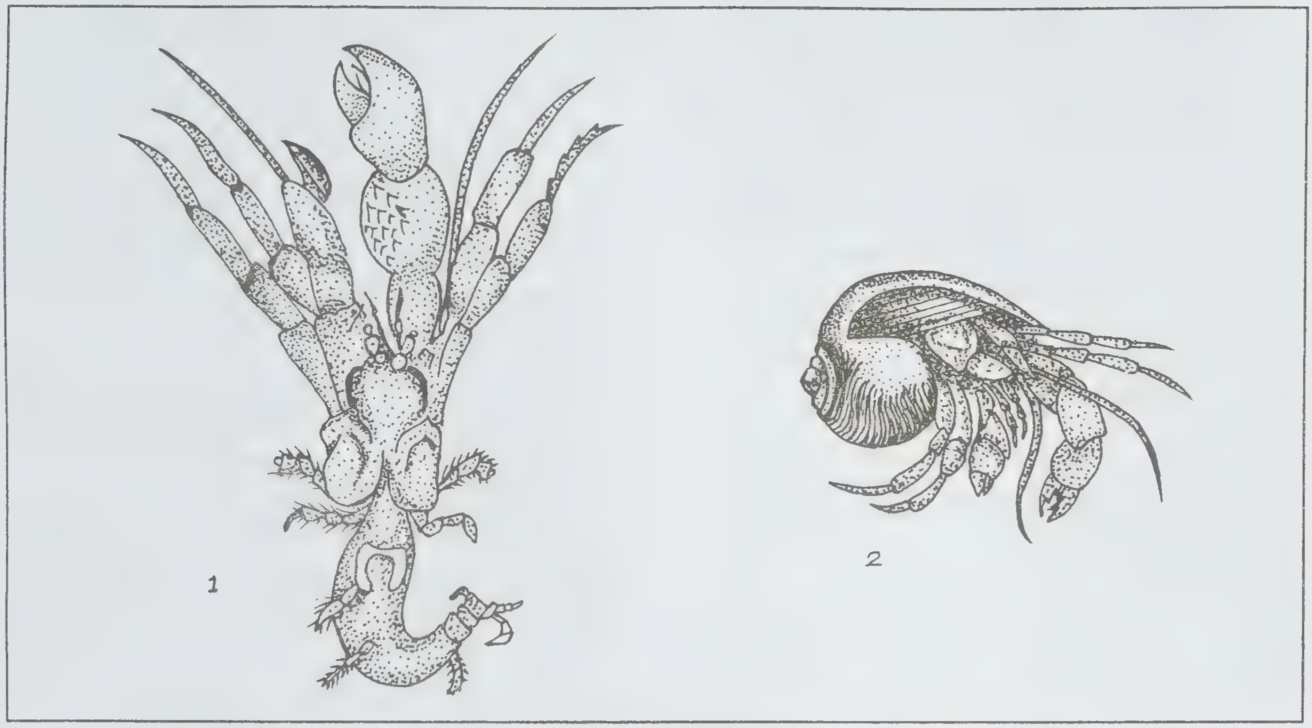
குத்துவகை எந்திரத்தின் பணிப்பொருள் வட்ட வடிவ மேசையின் மீது சுற்றும் வண்ணம் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

- வா.அனுசுயா

துறவி நண்டு

கடின ஓட்டுக் கணுக்காலி (*Crustaceal*) வகுப்பில் அனோமுரா பிரிவில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள சங்கு நண்டைத் துறவி நண்டு (hermitt crab) என்றும் கூறுவர். சங்குநண்டு கடலிலும், கழிமுகத்திலும், குட்டையிலும் மடிந்து போன நத்தைகளின் சங்குகளில் புகுந்து கொண்டு வசிக்கும். எனவே இது சங்கு நண்டு எனப்பட்டது. இந்நண்டு எங்குத் திரிந்தாலும் வீடு போன்ற நத்தை ஓட்டுடனேயே காணப்படும். ஓடுகளின் உள்ளேயுள்ள துளை, கடிகாரத்தின் முள் சுற்றுவதுபோல இடமிருந்து வலமாகத் திருகலாக அமைந்திருக்கும். சங்கு நண்டின் வயிற்றுப் பகுதி சங்கின் திருகு செல்லும் திசையிலேயே வலமாக வளைந்து உட்சென்றிருக்கும். சங்கின் வடிவத்திற்கேற்றவாறே நண்டின் உடலமைப்பும் இருக்கும். வயிற்றுப் பகுதியின் இறுதியிலுள்ள இணை உறுப்புகள் (appendages) கொக்கிப் போலச்சங்கின் நடுத்தூணை இறுகப் பற்றிக் கொள்ளும். நண்டின் கால்களில் இரண்டு பருத்து, இடுக்கிகள் போல உள்ளன. நண்டு தன் உடலை ஓட்டுக்குள் இழுக்கும்போது இந்த இடுக்கிகளில் பெரியது சங்கின் வாயைச் செம்மையாக, இறுக்கமாக மூடிக்கொள்ளும். உடலைத் திடீரென்று உள்ளே இழுத்துக் கொள்வதற்கேற்ற தசைகளும் இவ்வுயிரியின் உடலில் உண்டு.

சங்கு நண்டு குடியிருக்கும் ஓட்டின் மேலே கடற்சாமந்தி (sea anemone) ஒட்டிக் கொண்டு வாழ்கிறது. இதற்குக் கூட்டுயிரி ஒருங்குண்ணித்துவ வாழ்க்கை (Commensalism) என்று பெயர்.



1. துறவி நண்டு (*Eupagurus*) 2.கூட்டுக்குள் முடங்கியிருக்கும் நண்டு (சங்கு, நண்டு)

நண்டு பிடித்துண்ணும் உணவின் துகள், நண்டினை அண்டி வாழும் ஒட்டுயிரிக்கு இரையாக அமைகிறது. இவ்வொட்டுயிரிகள் நண்டைப் போர்த்துக் கொண்டு எதிரிகளின் தாக்குதல்களிலிருந்து நண்டினைப் பாதுகாக்கின்றன. மேலும் கடற்சாமந்தியில் காணப்படும் கொட்டும் செல்கள் (nematocysts) எதிரிகளை நெருங்கிவிடாமல் செய்கின்றன. இவ்வாறு சங்கு நண்டு கும்பிச் சேற்றைத் தன் கால்களாலும் தாடைகளாலும் கலக்கி, தாடையிலுள்ள இழைபோன்ற மயிர்ச் சல்லடையில் வடிகட்டி அதில் தங்கும் உயிரிகளை உண்ணும். இந்நுண்ணுயிரிகளை இடுக்கிப் போன்ற வாயுறுப்பால் நசுக்கி மற்றத் தாடையால் துருவி உண்ணும். துறவி நண்டில் ஆண் பெண் விலங்குகள் வேறு வேறாகத் திகழ்கின்றன. ஆண் நண்டு விந்தணுவைப் பெண் நண்டின் வயிற்றில் சிந்தும். கருவுற்ற முட்டை பெண் நண்டின் வயிற்றுப் பகுதியிலுள்ள இடப்பக்கக் கால்களில் ஒட்டிக் கொண்டு முதிர்ந்து வளரும்.

சங்கு நண்டின் வயிற்றுப்புறத்தில் கைட்டின் பொருள் மட்டுமே உள்ளமையால் வயிற்றுப்பகுதி மிகவும் மென்மையாக உள்ளது. எனவேதான் இம்மெல்லுயிரி, தன் உடலுக்குக் காப்பாக வேறொரு வெற்றுச் சங்கின் ஓட்டுக்குள் புகுந்து வாழ்கிறது. காண்க: சங்கு நண்டு.

- ஜி,எஸ்.விஜயலட்சுமி

துணைநூல். R.D.Barness, *Invertebrate Zoology*, Second Edition, W.B.Sannders Company, Japan, 1968.

துறைமுகத்தளம்

இது பயணிகளையும் பொருள்களையும் கொண்ட தங்கும் நீர்முகப் பகுதியலமைந்த ஒரு கட்டகம். கடற்கரைக்கு இணையாக அமைந்த ஒரு துறைமுகத் தளம் கடலோரத் தடுப்புச் சுவர் எனப்படும். கடற்கரைக்குச் செங்குத்தாகவோ, சாய்வாகவோ இருக்கும் ஓர் துறைமுகத் தளம் கொம்பனை எனப்படும். செய்கரைகளைக் காக்கவும், நிரப்பிய மண் மேடுகளைக் காக்கவும் போதுமான கட்டுமானம் இதற்குத் தேவை. ஆனால் இறங்கக் கூடிய வசதியுடன் நிலைமேடை ஒன்று உடன் அமைக்கப்பட வேண்டும். கற்காரை, எஃகு, மரம் இவற்றுள் ஏதாவதொன்றாலான கடலோரத் தடுப்புச் சுவர்களைப் போன்ற, தூண்களால், தாங்கப்பட்ட பலகை அடுக்குகளினால் நிலைமேடை தாங்குச் சுவர்களால் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரையைக் கொண்டோ, செங்கல் கொண்டோ கட்டப்படும். இடப்பெயர்ச்சியாலோ, சமமற்ற படிமானத்தாலோ இது இடிந்துவிடலாம். இதைத் தவிர்க்கும் வகையில் நிலைமேடை வேண்டும்.

- மு.புகழேந்தி

துணைநூல். L.S.Blake, *Civil Engineer's Reference Book*, Third Edition, Butterworths, London, 1975.

துறைமுகம்

உலகெங்கும் உள்ளவர்கள் கடல் வழியாகப் பிற பகுதிகளுடன் தொடர்பு கொள்ளத் துறைமுகம் ஓர் இன்றியமையாத பகுதியாக விளங்கி வருகிறது. பழங்காலத்தில் பிற நாடுகளுடன் வணிகத் தொடர்புக்கும், பிற நாட்டுப் படையெடுப்பிலிருந்து காத்துக் கொள்வதற்கும் துறைமுகங்கள் பயன்பட்டன.

கால வேறுபாட்டாலும், அரசியல் மாற்றங்களினாலும் ஒரு காலத்தில் சிறப்பாக விளங்கிய துறைமுகங்கள் பல, இன்று தம் சிறந்த நிலையை இழந்துவிடப் புதிய துறைமுகங்கள் தோன்றியுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, சோழர் காலத்தில் சிறந்து விளங்கிய காவிரிப்பூம்பட்டினம் இன்று தன் பெருமையை இழந்துவிட்டது. ஆங்கிலேயர் வந்த பிறகு தோன்றிய சென்னைத் துறைமுகம் மேம்பட்டுள்ளது. இந்தியா, பாகிஸ்தான் பிரிவிற்குப் பிறகு மேற்குக் கடற்கரையின் துறைமுகங்கள் கராச்சி, பாகிஸ்தான் பகுதியில் இருந்தமையால் இந்தியாவிற்கு ஒரு புதிய துறைமுகம் வேண்டிய நிலை தோன்ற, கண்டலா என்னும் துறைமுகம் அமைக்கப்பட்டது. மேற்குக் கடற்கரையில் அமைந்த மற்றொரு பெரிய துறைமுகமான பம்பாய்த் துறைமுகத்தை விரிவுபடுத்த வேண்டிய நிலையில் பம்பாய்த் துறைமுகத்திற்கு இணையாக நவசேவா என்னும் மற்றொரு துறைமுகமும் உண்டாக்கப்பட்டது. அது இப்போது ஜவஹர் நேரு துறைமுகம் எனப் பெயர் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளது.

துறைமுகங்களில் துறைகளைக் கட்டுவதற்கும், விரிவுபடுத்த இயலாத நிலையில் புதிய துறைமுகங்களை உண்டாக்குவதற்கும் கால மாற்றங்கள் பெரிதும் உதவின. காலப்போக்கில் கப்பல் கட்டுவதில் பல முன்னேற்றங்கள் உருவானதால் கப்பல் நிற்கும் துறைகளில் ஆழத்தை அதிகப்படுத்த வேண்டிய நிலைமை ஏற்பட்டது. இதற்குத் தக்கவாறு துறைமுகங்களை மாற்றி அமைக்கவில்லை என்றால் கப்பல்களின் வருகையும் துறைமுகங்களின்

படம் 1. துறைமுகத்தில் கொள்கலங்கள் அடுக்கப்பட்டுள்ளமை

செல்வாக்கும் குறையும். எனவேதான் கொள்கலப் பெட்டிகளை (container) ஏற்றி இறக்குவதற்கென்றே, சென்னைத் துறைமுகம், ஜவஹர் நேரு துறைமுகம் போன்றவற்றில் தனிப்பிரிவே செயல்பட்டு வருகிறது.

இந்தியாவின் ஏறத்தாழ 6000 கி.மீ. கடற்கரை நீளத்தில் 225 சிறிய துறைமுகங்கள் உள்ளன. இவற்றில் இப்பொழுது 140 சிறிய துறைமுகங்களே பயன்படுகின்றன. இந்தத் துறைமுகங்கள் அவ்வவ் மாநில அரசுகளின் பொறுப்பில் உள்ளன. சான்றாக, கடலூர், நாகப்பட்டினம் முதலான துறைமுகங்கள் தமிழ்நாட்டு அரசாலும், காக்கிநாடா துறைமுகம் ஆந்திர அரசாலும் பேணப்படுகின்றன. இவை தவிர இந்தியாவில் கண்டலா, பம்பாய், மர்மகோவா, மங்களூர், கொச்சி, ஜவஹர் நேரு துறைமுகம் முதலானவையும், கிழக்குக் கடற்கரையில் தூத்துக்குடி, சென்னை, விசாகப்பட்டினம், பாரதீப், கல்கத்தா, ஹால்டியா முதலானவையும் உள்ளன. இவை மைய அரசின் நேரடிப் பார்வையில் இயங்குகின்றன.

கல்கத்தா, பம்பாய், சென்னை, கொச்சி, கோவா, விசாகப்பட்டினம் முதலியன பழைய துறைமுகங்கள். ஜவஹர் நேரு துறைமுகம், ஹால்டியா, கண்டலா, பாரதீப், தூத்துக்குடி மங்களூர் முதலிய வை புதிய துறைமுகங்களாகும். இவை நாடு விடுதலை பெற்ற பிறகு அமைக்கப்பட்டவை. பழைய துறைமுகங்களும், நாட்டின் விடுதலைக்குப் பிறகு வணிகப் பெருக்கினாலும், கப்பல் போக்குவரத்தில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களாலும் விரிவாகச் சீரமைக்கப்பட்டன.

சென்னைத் துறைமுகம் ஏறத்தாழ ஒரு நூற்றாண்டு காலமாகவே வளர்ந்து வந்துள்ளது. இந்தியாவிற்கு வந்த ஆங்கிலேயர் கிழக்கிந்தியக் கம்பெனி எனும் வணிக நிறுவனம் ஒன்றை இங்குத் தொடங்கினர். 17ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியிலும், 18ஆம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியிலும் அந்நிறுவனத்தின் வாணிகம் பெருகிற்று. வணிக வசதிக்காகச் சுங்கத்துறை, கோட்டைக்குள்ளிருந்து இப்போதிருக்கும் சுங்கத்துறை அலுவலக இடத்திற்கு மாற்றப்பட்டது.

கப்பல்கள் மிகுதியாக வரத் தொடங்கியமையால் முதற்கட்டமாக இன்றைய சுங்கத் துறை அலுவகத்திற்கு எதிரே 300மீ. நீளமுள்ள இரும்புத் தூண்களால் கட்டப்பட்ட மேடை மேற்கிலிருந்து கிழக்ககாகக் கரைக்குச் செங்குத்தாகக் கடலுக்குள் அமைக்கப்பட்டது. இம்மேடையில் தான் அன்று பண்டங்களைக் கொண்டு வந்து சேர்த்தனர். படகுப் போக்குவரத்தும், சென்னைக்கு வரும் பண்டங்களின் அளவும் பெருகப் பெருகத் துறைமுகத்தின் தேவை உணரப்பட்டது. எனவே, சென்னை வாணிகக் கழகம் 1868ஆம் ஆண்டு சென்னையில் ஒரு துறைமுகம் அமைக்குமாறு கேட்டுக்கொண்டது. பல ஆய்வுகளை நடத்தி, இறுதியாகப் பார்கிதர் என்பார் தெரிவித்த திட்டத்தைச் சிறு மாறுதல்களுடன் அரசு ஏற்றுக்கொண்டது. இதன் மூலம் 1.5 கி.மீ. நீளமுள்ள இரண்டு தடுப்புச் சுவர்களை 1000 மீ. இடைவெளியில் மேற்கிலிருந்து கிழக்கே கட்டுவதென முடிவெடுக்கப்பட்டது. இந்தத் தடுப்புச் சுவர்களைக் கற்காரைப் பலகங்களால் அமைப்பதென முடிவு செய்யப்பட்டது. இதனால் கப்பல் கட்ட உட்புறம் வசதி உண்டானாலும் தெற்கே மணல் சேரத் தொடங்கியது. நுழைவாயிலிலும் மணல் சேர, ஆழம் ஆண்டு ஒன்றுக்கு 30 செ.மீட்டராகக் குறையத் தொடங்கியது. எனவே, நுழைவாயிலைக் கிழக்கிலிருந்து வடகிழக்குப் பகுதியில் அமைத்தனர். புதிய நுழைவாயிலில் மணல் சேராமலிருக்க ஒரு தடுப்புச்சுவரைக் கட்டினர். பிறகு துறைமுகத்தின் உள்ளே மேற்கே நான்கு புதிய துறைகளைக் கட்டி, முதலில் கட்டிய மேடையை எடுத்துவிட்டனர்.

1920ஆம் ஆண்டு படகு பாதுகாப்பாகத் தங்குவ தற்குப் படகுத் துறை கட்டப்பட்டது. 1931ஆம் ஆண்டில் மேற்குத் துறைக்கும் இராயபுரத்துக்கும் இடையே இரயில் பாதை செயல்படத் தொடங்கியது. 1936ஆம் ஆண்டில் தெற்கே இரண்டு துறைகள் அமைக்கப்பட்டன. இவற்றில் ஒன்று பயணிகளுக்குப் பயன்பட்டது.

நாடு விடுதலை அடைந்த பிறகு வாணிகம் பெருகியமையால் கப்பல்கள் துறைமுகத்தில் தங்கும் நேரத்தைக் குறைத்துக் கப்பல்களின் பணியை அதிகரிக்க வேண்டியிருந்தது. எனவே ஆற்றல்மிகு மின்சாரத்தால் இயங்கும் பல சுமைதூக்கிகளை அமைத்து ஏற்றுமதி, இறக்குமதியாகும் பண்டங்களின் அளவைப் பெருக்கினர். பிறகு மேற்குத் துறையில் படிகள் இருந்த இடத்தில் படிகளை அகற்றி அங்கே ஒரு கப்பல் கட்ட வசதி செய்யப்பட்டது. புதிதாக 6 கப்பல்கள் நிற்கக்கூடிய வசதியுள்ள 10மீ. ஆழமுள்ள ஜவஹர் துறையை உண்டாக்கினர்.

இரும்புக்கனியின் ஏற்றுமதி அதிகரிக்க, அதனால் அயல்நாட்டுச் செலாவணியும் மிகுதியாகக் கிடைத்தது. ஏற்றுமதியின் அளவினால், எந்திரமயமாக்கப்பட்ட புதிய துறை ஒன்று பழைய துறைமுகத்திற்கு வெளியே அமைக்கப்பட்டது. சென்னைக்கு அருகில் மணலியில் ஒரு தூய்மிப்பு ஆலை அமைக்கப்பட்டது. அதற்கு வெளியே பாரதித் துறையிலும் ஓர் எண்ணெய்த் துறை அமைக்கப்பட்டது. எண்ணெய்த் தூய்மிப்பு ஆலையின் வளர்ச்சியினால், ஓர் எண்ணெய்த்துறை போதுமானதாக இல்லை. எனவே, புதிதாக மற்றொரு துறை அதன் அருகில் அமைக்கப்பட்டது.

உலகெங்குமுள்ள பல வகையான பொருள்களை ஓர் இரும்புப் பெட்டிக்குள் வைத்து அந்தப் பெட்டியையே பல இடங்களுக்கும் அனுப்பும் முறை கொள்கல முறை எனப்படும்.

இம்முறையினால் பொருள்களைப் பாதுகாப்பாக அனுப்ப முடியும். திருட்டு, மழை, வெயில், எலி முதலியவற்றால் ஏற்படும் அழிவுகள் இம்முறையில் தடுக்கப்படுகின்றன. வாணிகத்தில் ஏற்பட்ட இம்மாற்றத்தை ஏற்பதற்கு வசதியாக இந்தியாவிலேயே முதன்முதலாக இந்தத் துறைமுகத்தில் கொள்கலப் பெட்டித் துறை நவீன வசதிகளுடன் அமைக்கப்பட்டு, 1983இல் தொடங்கி வைக்கப்பெற்றது. இந்தத் துறையில் கொள்கலப் பெட்டிகளை ஏற்றி இறக்குவதற்கு வசதியாகப் புதிய சுமை தூக்கிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கொள்கலங்களின் பயணம், இருப்பிடம் போன்றவற்றைக் கணிப்பொறி இயக்குகிறது.

எண்ணெய்த் துறைமுகத்திலிருந்து மணலியில் உள்ள தூய்மிப்பு ஆலை வரை போடப்பட்டுள்ள குழாய் வழியே எண்ணெய் அனுப்பப்படுவதால் அது சேதமில்லாமல் உடனடியாகப் போய்ச் சேர்கிறது. இதனால் ஏற்றுமதி, இறக்குமதியாகும் எண்ணெயின் அளவும் மிகுதியாகிறது.

இரும்புக்கனித்துறைப் பொருள்களைச் சரக்குப் பெட்டியோடு கவிழ்த்து, ரப்பர் நாடாக்களின் வழியாக நேராகக் கப்பலுக்கு அனுப்ப முடியும். கப்பல் இல்லாத சமயத்தில் துறையின் அருகே உள்ள இடத்தில் சேமித்து வைக்கவும் முடியும். முழுதும் எந்திரமயமான துறையிலிருந்து இரும்புக் கனிகளை அனுப்புவதால் குறைந்த நேரத்தில் மிகுந்த அளவு ஏற்றுமதி செய்ய இயலும். இந்தத் துறையிலிருந்த பெரும அளவாக ஆண்டு ஒன்றுக்கு 50 லட்சம் டன் ஏற்றுமதி செய்ய இயலும்.

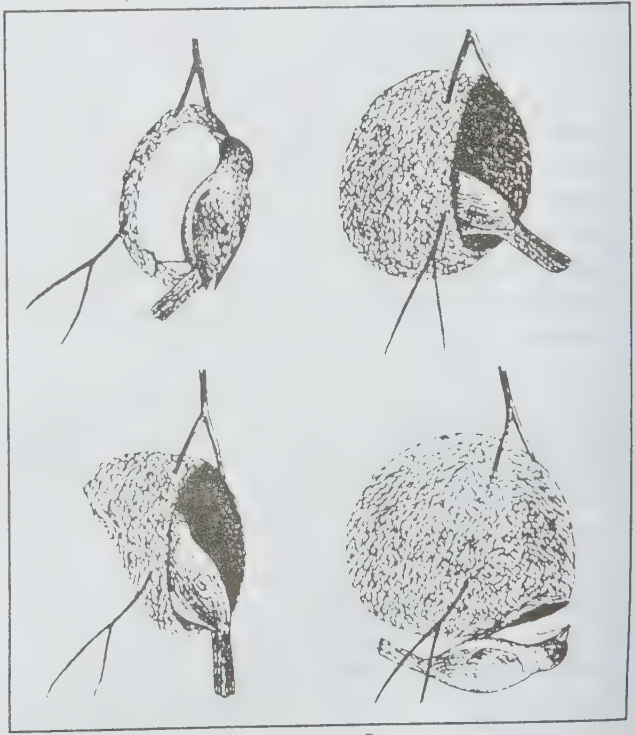
விரிவாக்கப் பணிகளைத் தொடர வேண்டிய நிலையில், சென்னைத் துறைமுகத்திற்கு வடக்கே எண்ணூரில் ஒரு துணைத் துறைமுகம் அமைக்கத் திட்டங்கள் தீட்டப்பட்டுள்ளன. தமிழ்நாடு மின்சார வாரியத்தின் வட சென்னை அனல் மின்சார நிலையத்திற்குத் தேவையான ஏறத்தாழ 80 லட்சம் டன் நிலக்கரியைக் கையாள இங்குத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. உரம் முதலிய பிற பொருள்களையும் இங்கு ஏற்றுமதி, இறக்குமதி செய்வதற்கு வசதியாக விரிவாக்கப் பணிகளைச் செய்யவும் வகை செய்யப்பட்டுள்ளது.

துறைமுகங்கள் இயற்கைத் துறைமுகம், செயற்கைத் துறைமுகம் என இருவகைப்படும். விசாகப்பட்டினம், பம்பாய் முதலியன இயற்கைத் துறைமுகங்களாகும். சென்னை, செயற்கைத் துறைமுகமாகும். இத்துறைமுகத்தில் 26 கப்பல்கள் கட்டிப் பணி செய்யக்கூடிய அளவுக்கு 23 கப்பல்துறை மேடைகளும், நீர்ப்பரப்பிலேயே கப்பலை நிறுத்திப் பண்டங்களைச் சிறிய படகுகளின் மூலம் கரைக்குக் கொண்டு வருவதற்கு மூன்று துறைகளும் உள்ளன. ஏறத்தாழ 15,000 பணியாளர்கள் இத்துறைமுகத்தில் செயல்படுகின்றனர். இத்துறைமுகத்திலிருந்து இரும்பு போன்ற தாதுப்பொருள், துணி வகை, வெங்காயம், புகையிலை, எலும்புப் பொருள், மைக்கா, சர்க்கரை, உணவுத்தானியம் முதலியன ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. உணவுத் தானியம், வேதிப்பொருள், நிலக்கரி, இரும்பு, ரப்பர், சிமெண்ட், மரத்தவிடு, நார், எண்ணெய்ப் பொருள் முதலியன இறக்குமதி செய்யப்படுகின்றன. இத்துறைமுகத்திலிருந்து அந்தமானுக்கும் சிங்கப்பூருக்கும் பயணிகள் கப்பல்கள் சென்று வருகின்றன.

- எஸ்.கண்மதியன்

தூக்கணாங்குருவி

இது பாசரி∴பார்மிஸ் வரிசையில் பிளோசிடே குடும்பத்தில் எஸ்ட்ரில்டிடே துணைக்குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. சிறிய பாடும் பறவையான தூக்கணாங்குருவி வெப்பப் பகுதியில் வாழ்கிறது. இக்குடும்பத்தில் ஏறத்தாழ 130 இனங்கள் காணப்படுகின்றன. பெரும்பான்மையான இனங்கள் மாடம் (dome) போன்ற கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. இக்கூட்டில் நீண்ட வாயகன்ற குழல் போன்ற பாதையையும் அமைக்கின்றன.



தூக்கணாங்குருவி (*Textor*)
தன் கூட்டினை அமைத்தல்

பரவல். தூக்கணாங்குருவி ஆ்ஃப்ரிக்கா, மடகாஸ்கர், இந்தியா போன்ற நாடுகளிலும் தொலைதூரத் தெற்கு மலேயத்தீவுகளின் வெப்பப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது.

சிறப்புப் பண்புகள். பாசரி்ஃபார்ம்ஸ் என்னும் வரிசையைச் சார்ந்த பிளோசிடே குடும்பத் தூக்காணாங் குருவி குறிப்பிடத்தக்க வகையில் கூடுகட்டும் சிறப்புப் பெற்றது. இவ்வாறு அமைக்கப்படும் கூடுகள் தனித்தனியாகவும் சமூக குடியிருப்புக் கூடுகளாகவும் காணப்படுகின்றன. இக்கூடுகளின் அமைப்பு, கட்டும் இடங்கள் முதலியன இனத்திற்கு இனம் வேறுபடுகின்றன. கூடுகளை வளையம் போன்ற கண்ணிகளாலும் முடிச்சுகளாலும் காலத்திற்கு உழைக்கும் வண்ணம் காய்ந்த புற்களின் உதவியால் கட்டுகின்றன. ஃபிளடெய்ரஸ் சோசியஸ் (*Philatairus socius*) என்னும் இனக் குருவிகள் பெரிய சமூகக்கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. இச்சமூகக்கூடுகள் 2 மீ. நீளமும் 20 வீடுகளும் கொண்டவை. இக்கூடுகளில் இரட்டைப் பறவைகள் வாழ்கின்றன.

தூக்கணாங்குருவி பெரும்பாலும் விதைகளையும் பூச்சிகளையும் உணவாகக் கொள்ளும். இதன் அலகு கூம்புவடிவத்தில் வலிமையாகக் காணப்படுகிறது. இறகு பல வண்ணங்களில் காணப்படும். பெரும்பாலும் இக்குருவி ஆழ்ந்த நிறமுடையது. இனப்பெருக்கக் காலங்களில் இதன் நிறம் கண்களைக் கவரும்.

உடலமைப்பு. தூக்கணாங்குருவியின் உடலும், வாலும் நீண்டிருக்கும். இதன் சிறப்பான கூம்பு அலகு (bill) ஆற்றல் மிக்கது. இவ்வலகு தானியம் விதை, பூச்சி முதலியவற்றை உண்ணும் தகவமைப்புப் பெற்றது.

கூடுகட்டுதலின் சிறப்பு பண்புகள். தூக்கணாங் குருவியின் ஆண் இனங்கள் ஒருவிதமான கூடுகளை மரக்கிளைகளில் அமைக்கின்றன. கூடுகளைக் கட்டும் முன் பாதுகாப்பு என்னும் இன்றியமையாக் காரணியை அடிப்படையாகக் கொண்டே இவை செயல்படுகின்றன. கூடுகளைக் கட்டும் முன் தட்பவெப்ப நிலையிலிருக்கும், எதிரிடமிருந்தும் பாதுகாப்பான இடங்களையே தேர்ந்தெடுக்கும். பெரும்பான்மையான கூடுகள் தாவரங்களில் மறைந்து காணப்படும். இப்பறவை இளவேனிற் காலத்தில் தாவரங்களின் தழைகள் நன்கு வளர்ந்த பிறகே கூடுகளை ஏற்ற கிளைகளில் அமைக்கிறது. பாலைவனப் பகுதிகளில் காணப்படும் கருவேல் மரம், காக்டஸ், யூகாஸ் போன்ற முள் மரங்களைச் சிறந்த பாதுகாப்புத் தருபவையாகக் கருதிக்கூடுகளைக் கட்டுகின்றது. குரங்குகளும், பாம்புகளும் இக்குருவியின் குஞ்சுகளுக்குப் பெருந்தீமை செய்வன. இவற்றிடமிருந்து தப்பிக்க முள் மரங்கள் இன்றியமையா தவையாகின்றன. இக்குருவி காய்ந்த புற்களைக் கொண்டு கண்ணி, முடிச்சு ஆகியவற்றின் மூலம் நல்ல நீண்ட நாள் உழைக்கும் கூடுகளை அமைக்கிறது. சில தூக்காணாங் குருவி இனங்கள் வருமாறு:

அடைக்கலாங்குருவி. இது சிறிய, கடினமான அலகுடைய 10-15 செ.மீ. நீளமுடைய குருவியாகும். பொதுவாக, இக்குருவியின் உடல் பழுப்பு மற்றும் சாம்பல் நிறங்களில் இடையிடையே கறுப்பு மற்றும் தெளிவான மஞ்சள் திட்டுகளைக் கொண்டு காணப்படுகிறது. வடஅமெரிக்காவில் இக்குருவியைக் கலகக்காரக்குருவி (pest) என்பர்.

குயூலியா. குயூலியா குயூலியா (*Quelea quelea*) எனப்படும் தூக்கணாங்குருவி ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படுகிறது. பழுப்புநிறமாக, ஏறத்தாழ 13 செ.மீ. நீளமிருக்கும். உலகில் உணவுப்பொருள்களின் பேரழிவிற்குப் பெருத்த காரணம் இக்குருவியே எனக் கூறுவர். இது தானியங்களையும், விதைகளையும் அழித்துப் பஞ்சத்தை உருவாக்கிவிடும். மேலும் மரங்களின் மேல் அமர்வதாலும், கூடுகட்டுவதாலும் காட்டு மரங்களையும் அழிக்கிறது. இதனைக் கட்டுப்படுத்த நச்சு மருந்தினைப் பயன்படுத்துவர்.

சிற்றூர்த் தூக்கணாங்குருவி. இது மேற்கு ஆ்ஃப்ரிக்காவில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இது தன் கூடுகளைக் பாதுகாப்புக்கருதி குளவிக்கூடுகள் அமைந்திருக்கும் இடங்களில் கட்டுகிறது.

சமூகக் தூக்கணாங்குருவி. தென் ஆப்பிரிக்க காடுகளில் காணப்படும் இது ஒரு கூரையின் கீழ்க் கூட்டாக 20-30 கூடுகள் கட்டும். இக்குருவியின் சமூக அமைப்பு உறுதியாகக் கூடுகட்டும் பருவங்களில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. சமூக நன்னடத்தையையும் (social conduct) இது பின்பற்றுகிறது.

- கி. வாசுதேவன்

துணைநூல். Salim Ali and S. Dillon Ripley, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan,* Oxford University Press, New York, 1983.

தூக்கிச்செல் பொறி

காண்க: உயர்த்தும் பொறி

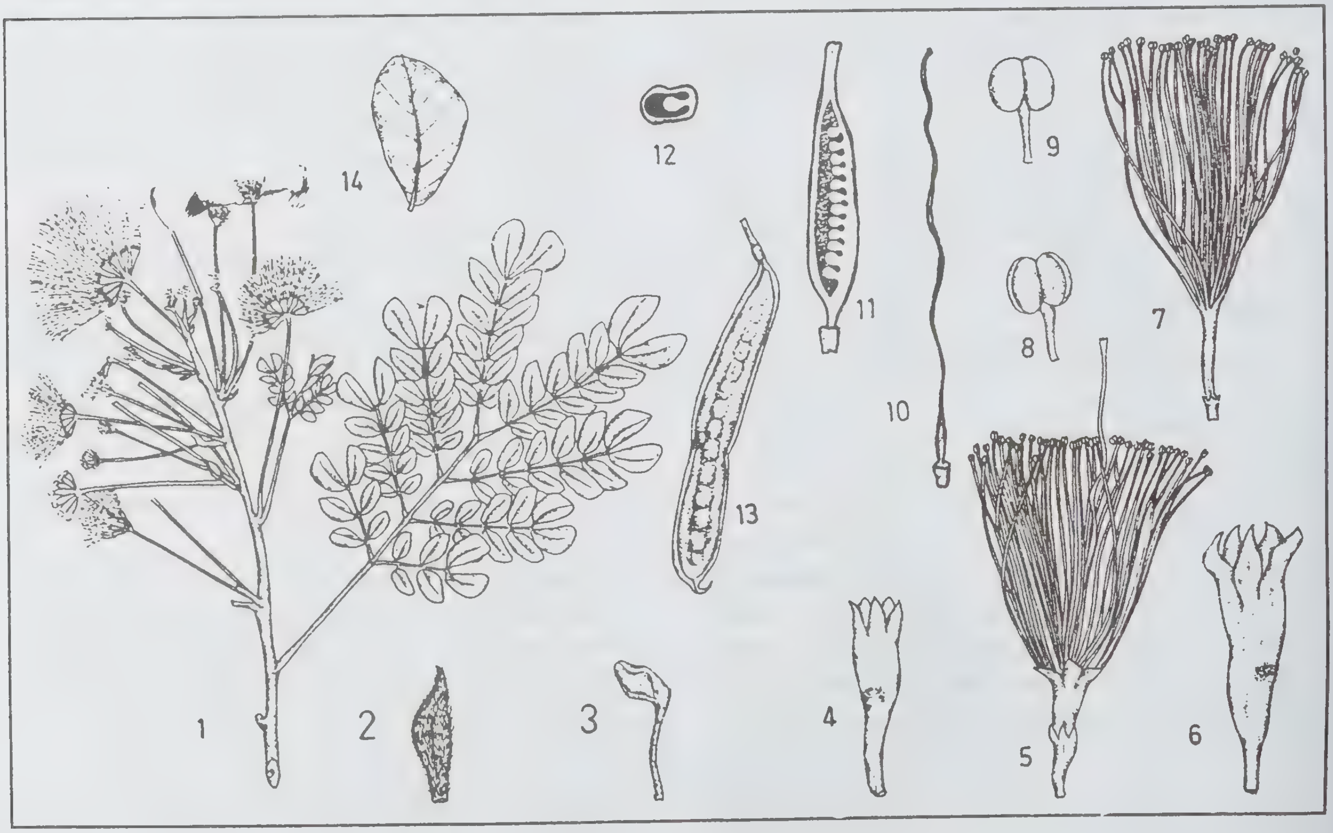
தூங்குமூஞ்சி மரம்

இரவு நேரத்தில் இம்மரத்தின் இலைகள் மூடிக்கொள்வதால், மரம் தூங்குவது போன்ற ஒரு தோற்றத்தைப் பெறுகிறது. எனவே இதற்குத் தூங்குமூஞ்சி மரம் என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது. ஆங்கிலத்தில் மழைமரம் (rain tree) எனப்படும் இது சாமானியா சாமான் (*Samanea saman*), மைமோசா சாமன் (*Mimosa saman*), பித்திக்கலோபியம் சாமன் (*Pithecolobium saman*), என்ட்ரலோபியம் சாமன் (*Enterolobium saman*) ஆகிய தாவரவியல் பெயர்களைக் கொண்டது.

மையத் தென் அமெரிக்க நாட்டைத் தாயகமாகக் கொண்ட தூங்குமூஞ்சி மரம் தற்சமயம் வெப்ப நாடுகளில் நிழல் தரும் மரமாகப் பயிரிடப்படுகிறது. கடற்கரையிலிருந்து தொடங்கி, மலையடிவாரம் வரையிலான பகுதிகளில் இத்தாவரம் வளர்கிறது. நெருக்கமான அடர்ந்த இலை அமைப்பும், கிளைத்த தோற்றமும் கொண்டுள்ள இம்மரம் இருவித்திலைப் பிரிவிலுள்ள மைமோசி என்னும் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

1. கிளை, 2. பூவடிச்செதில், 3. பூக்காம்புச்செதில் 4. புல்லிவட்டம், 5. மலர், 6. அல்லியிதழ்கள், 7.ஆண் மகரந்தத்தண்டு, 8,9. மகரந்தப் பைகள், 10. சூலகம், 11. சூலகத்தின் நீள் வெட்டுத்தோற்றம், 12. சூலகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம், 13. நெற்று, 14. சிற்றிலை

மிக விரைவில் வளரக்கூடிய இம்மரம் 15-20மீ. உயரம் பெற்றிருக்கும். நன்கு கிளைத்த சிறு கிளைகள், மஞ்சள் நிறத்துடனும், மென் இழைகள் நிறைந்தும் காணப்படுகின்றன. இலைகள், இலையடுக்கத்தில் காணப்படுகின்றன. சிறகு கூட்டிலை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. சிற்றிலைகள் 3-7 இரட்டைகளாகக் காணப்படுகின்றன. இலைக்காம்பின் கீழ்ப்புறத்தில் உள்ள இரட்டைச் சிற்றிலை நீள்சதுரமாகவோ, முட்டை வடிவமாகவோ காணப்படும். ஆனால் காம்பின் நுனிப்பகுதியில் காணப்படும் சிற்றிலை தலைகீழான முட்டை வடிவம் கொண்டு, நுனி மழுங்கியோ வட்டமாகவோ காணப்படும். இலைகளுக்கு எதிரில் சுரப்பிகள் அமைந்துள்ளன. இலைக்காம்பு 5 செ.மீ. நீளமும் இலையடிச் செதில்கள் 4 மி.மீ. நீளமுமுடையன. மஞ்சரி, தலைமஞ்சரி வகையைச் சேர்ந்தது. மஞ்சரி அச்சு, கோண அமைப்பிலோ, நுனி அமைப்பிலோ காணப்படும். மஞ்சரிக்காம்பு 4-6



தூங்குமூஞ்சி மரம் (*Enterolobium saman*)

செ.மீ.நீளமுடையது. தலைமஞ்சரியில் 25 மலர்கள் வரை காணப்படும். மலரடிச் செதில் ஈட்டிப் போன்றும், மலர்க்காம்பின் சிறுசெதில் நீண்டும் அமைந்துள்ளன.

மலர்கள், மார்ச்-ஜூனில் தோன்றுகின்றன. புல்லிவட்டம், நீண்ட குழல்கள் போன்றது. நெருக்கமான மயிரிழைகள் புல்லிதழ்களில் காணப்படுகின்றன. முட்டை வடிவான 5 புல்லிதழ்கள் அடுக்கிதழ் அமைவில் உள்ளன. அடிப்பகுதிகள் இணைந்திருக்கும். நெருக்கமான மயிரிழை கொண்ட அல்லிதழ்கள், தொடு இதழமைவில் உள்ளன. எண்ணற்ற மகரந்தக் கேசரங்கள், ஒழுங்கற்றவையாக, குழல் போன்று அமைந்துள்ளன. மகரந்தத்தாளின் அடிப்பகுதி வெண்மையாகவும், நுனி, இளஞ்சிவப்பு நிறமாகவும் காணப்படும். சூலகம் ஒரு சூலிலையால் ஆன சூலறை கொண்டது. சூல்கள் சூலொட்டு முறையில் அமைந்துள்ளன. சூலகத்தண்டு 2.5 செ.மீ. நீளமுடையது. சூலக முடி நுண்ணியது. கனி - உலர்வெடிகனி வகையைச் (legume) சேர்ந்தது. நீண்ட சதுர வடிவம் கொண்ட கனி, சற்றுத் திருகினாற்போல் காணப்படுகிறது. கனியின் உட்சுவர் விதைகளுக்கிடையே குறுக்காக அமைந்துள்ளது. கனிகள் மேத் திங்கள் முதல் தோன்றுகின்றன. தூங்குமூஞ்சி மரத்தின் காய்கள் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன. மரம், செங்கற்சூளைகளில் எரிவிறகாகப் பயனாகும்.

- நா.வெங்கடேசன்

துணைநூல். Priti Shukla and Shital P.Misra, *An Introduction to Taxonomy of Angiosperms*, Vikas Publishing House Pvt Ltd, New Delhi 1979.

தூசு தும்புகளின் படிவு அகற்றல்

இது ஒரு வளிமத்தில் சிதறியுள்ள திண்ம அல்லது நீர்மத் துகள்களை இயற்பிய முறைகளில் பிரித்தலும் அகற்றலும் ஆகும். இவ்வகைப் பிரிப்பு கீழ்க்காணும் நோக்கங்களுக்குத் தேவைப்படுகிறது வளிமத்தில் சிதறியுள்ள ஒரு வேதி வினைப் பொருளைப் பிரித்தெடுப்பதற்குப் பயன்படும். (எ.டு: தூவி உலர்த்துதல் (spray drying), காற்றியக்க எடுத்துச் செல்லுதல் (pneumatic conveying); உருக்கு கலன்களிலும் சூளைகளிலும் பயன்படும் வளிமங்களுடன் கலந்துவிடும் தயாரிப்புப் பொருள்களை அகற்றுதல்; கருவிகளின் பராமரிப்பை எளிதாக்குதல் (எ.டு: தன்னியக்கப் பொறிகளில் காற்றை உள்ளிழுக்கும் அமைப்பு வடிகட்டிகள்; தீ, வெடிபொருள்) நச்சுப் பொருள் ஆகியன பரவாமல் தடுத்தல் (எ.டு: அணுக்கரு உலைகளிலிருந்து வெளியாகும் காற்றைத் திருத்துதல்; தயாரிக்கப்படும் வேதிப் பொருளின் தரத்தைப் பாதுகாத்தல் (எ.டு: மருந்து மற்றும் புகைப்படப் பொருள்) தயாரிப்பில் சூழ்வெளியைத் தூய்மைப்படுத்துதல்.

சிதறிய துகள்களைச் சேகரிக்கும் பரப்பொன்றின் மீது விசை கொண்டு செலுத்துதல் துகள் சேகரிப்பு அமைப்புகள் யாவற்றுக்கும் பொதுவான வழிமுறையாகும். இம்முறையின் இயங்குபாதை புவி ஈர்ப்பு விசையினாலோ, விரவல் வாயிலாகவோ, வெப்பத்தினாலோ உருவாக்கப்படலாம். துகள்களின் இயல்புகளைத் திருத்துவதற்கும் வழிமுறைகள் உள்ளன. துகள்களின் மீது நீரைப் படிய வைத்தும் துகள்களின் குறுக்களவைப் பெருக்கலாம். ஒலியலை அதிர்வைப் பயன்படுத்தியும் திரட்சி நிகழ்த்தலாம். திரள்நிலையை அடைந்த துகள்களை அவ்வப்போது அகற்றிவிட வேண்டும்.

துகள்நிலைப் பொருள்கள் எளிதில் வெளியேறிச் சூழ்வெளியை மாசுபடுத்துவதைத் தடுப்பதற்குப் புவிஈர்ப்புவழிப் படிவு அறை, சடத்துவக்கருவி (inertial device), திண்மப்படுகை (packed bed), சேகரிப்பான் வகைத் துணித் துலக்கி, நிலைமின் வீழ்படிவாக்கி, காற்று வடிகட்டி ஆகியன பயன்படும்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

தூண்

அழுத்தச் சுமை தாங்கும் கட்டட உறுப்புத் தூண் எனப்படும். கட்டடங்களில் கூரை மற்றும் தளங்களின் மேல் அமையும் சுமையைத் தாங்கி அச்சுமையைக் கடைக்காலின் வழியே நிலத்திற்கு செலுத்தும் பணியைத் தூண் பெறுகிறது. ஆகவே கட்டடங்கள் அமைப்பில் இன்றியமையாத உறுப்புகளில் தூணும் ஒன்றாகும்.

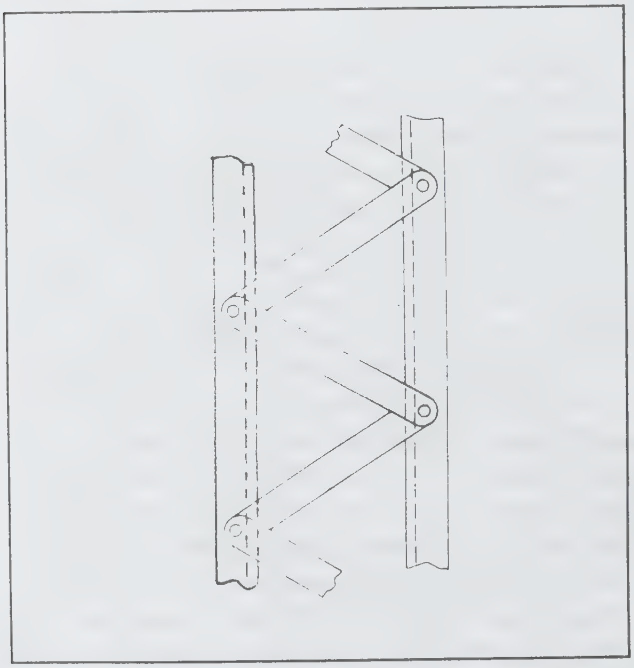
ஆதி மனிதன் பயன்படுத்திய மரத்தூண்களில் வைரம் பாய்ந்த மரங்களைத் தவிர ஏனைய மரங்கள் கால, தட்ப வெப்ப மாறுதல்களாலும். பூச்சி, கறையான்களின் அரிப்பினாலும் சிதைவுறக் கூடியவை. தாங்கும் சுமைக்கேற்ப, தூணின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு கூடிக்கொண்டே போகும். அதிக குறுக்குப் பரப்பளவு கொண்ட மரங்கள் மிகவும் அரிதாகையால் பெருஞ்சுமை தாங்கும் தூண்களுக்கு இவற்றின் பயன் குறைவே. இயற்கையாக ஏற்படும் முண்டுமுடிச்சுகள் மரத்தூண்களின் வலிமையைக் குறைக்கின்றன. மேலும் சீரான குறுக்குப் பரப்புக் கொண்ட நீண்ட மரத்தூண்கள் அமைவது மிகவும் அரிது. நாளடைவில் மரங்கள் பிளவுறக்கூடும். இவையனைத்தும் மரத்தூண்களின் பயன்பாடு குறையக் காரணமாயின.

சில கோயில்களில் மரத்தூண்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள் ளமையைக் காணலாம். தூண்களின் குறுக்களவு வியப்பூட்டும் வகையில் அரிதாக அமையும். அத்தகைய மரத்தூண்கள் இன்றும் நன்முறையில் உள்ளமைக்குக் காரணம் சிறந்த, திட்டமிட்ட பேணுதல் ஆகும்.

சிறிய வீடுகளுக்கு மரத்தூண்களைப் பயன்படுத்தலாம். மேலும் இவற்றின் பயனை நீட்டப் பல புதிய வழிமுறைகள் உள்ளன. முதலாவதாக மரங்களை நன்கு பதப்படுத்தும் முறையாகும். இம்முறையின் மூலம் மரம் காலப்போக்கில் வளைவது தடுக்கப்படுவதோடு, பூச்சிகளை எதிர்க்கும் ஆற்றலையும் பெறுகிறது. நல்ல வண்ணத்துப்பூச்சு, மரங்களின் அழகைக் கூட்டுவதோடு, பூச்சிகளை எதிர்க்கும் ஆற்றலையும், நீடித்த தன்மையையும் கொடுக்கிறது.

மரத்தூண்களின் மேல் உள்ள ஈரம் உலர்ந்து மறைவதாலும், அதன் வாழ்நாள் அதிகரிக்கிறது. பிளவுபட்ட தூணை, இறுக்கமான இரும்பு நாடாவால் இரு முனைகளிலும் பிணைத்து ஒன்று சேர்ப்பது வழக்கம். பல வழிமுறைகள் இருப்பினும், இதன் பயன்பாடு மிகவும் குறைவே. காரணம் இது இயற்கையில் உண்டாகும் ஒரு கட்டுமானப் பொருளாகும். இதன் தரத்தைக் கூட்டுவது இயலாததாகும்.

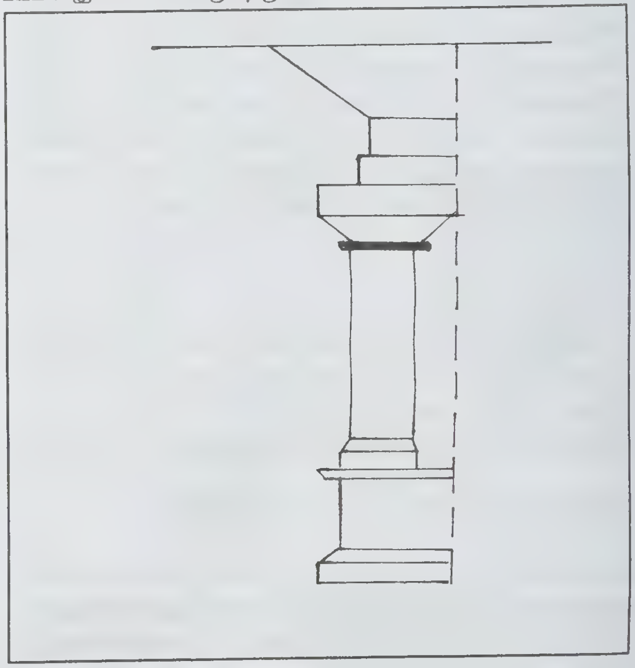
மரங்களில் தேக்கு, கருங்காலி போன்ற மரங்களைத் தூணாகப் பயன்படுத்தலாம். பிற மரங்கள் தற்காலிகமாகப் பயன்படுவனவே தவிர நீண்ட நாள் பயன் தரா.



படம் 1

நாளடைவில் தூண்மேல் சுமை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, மனிதன் மரத்தை விட்டு இயற்கை தந்த பொருளான கல்லை நாடினான். மனிதனும் தனக்கு வேண்டிய கருவிகளை இரும்பில் செய்வதற்கு ஆயத்தமாயிருந்தான். எனவே, கருவிகளைச் செய்வதற்குக் கருங்கல்லை நிலத்திலிருந்து எடுத்து வேண்டிய அளவுக்குச் செதுக்குதல் எளிதாயிற்று, கல்தூண் மரத்தூணைவிடப் பன்மடங்கு வலிவுள்ளது. இது மனிதனின் தேவையை முற்றிலும் தீர்க்கவில்லை. ஏனெனில் கல்தூண் சரியாகக் கையாளப்படாவிட்டால் கட்டடங்களில் பொருத்துவதற்கு முன்பே உடைந்துவிடும் வாய்ப்புண்டு. தேவையான குறுக்குப் பரப்பளவிலும், நீளத்திலும் கல் தூண் கிடைப்பதில்லை. மிகுந்த கனமுள்ளதாகையால் கையாளுவதற்குக் கூடுதலான ஆள்களும், கருவிகளும் தேவைப்படும். எனவே கல்தூணின் பயன் வரையறுக்கப்பட்ட தாகவே உள்ளது.

கல்தூண் மற்றும் மரத்தூண்களின் பொதுவான அமைப்பு படம் 2 இல் காட்டப்படுகிறது.



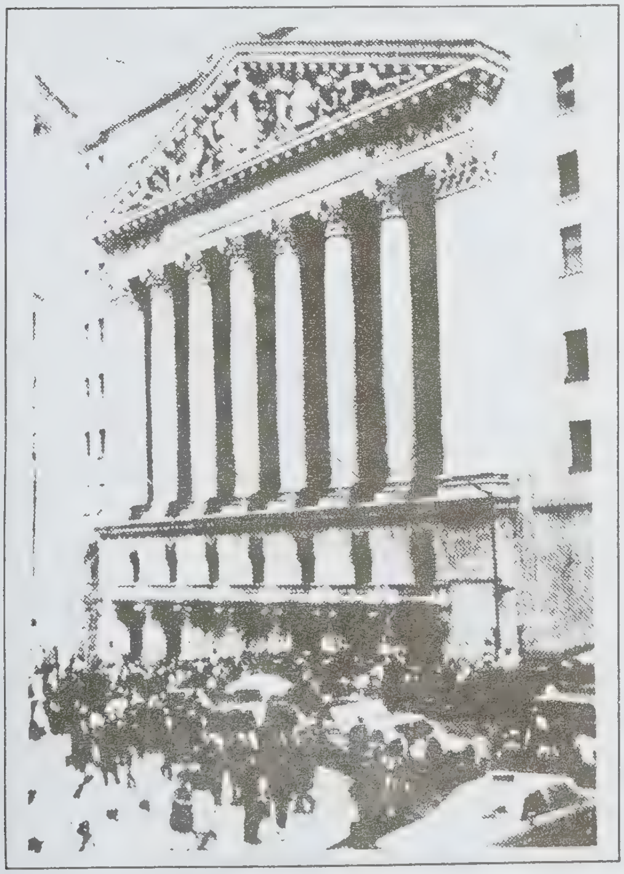
படம் 2

மனிதனின் தேவைகள் மிகுதியாகி விட மாடி வீடு கட்டும் பணி வழக்கில் வந்தது. நிலைகளும் அடுக்குகளும் கூடின. கீழ்த்தளத்தில் உள்ள தூண்களின் மேல் வரும் சுமை பன்மடங்கு கூடியது. அதைத் தாங்கும் அளவில் குறுக்குப் பரப்பளவு கூடிய மரமோ, கல்லோ கிடைப்பது அரிதாயிற்று. துண்டுக் கற்களைப் பயன்படுத்திச் சுண்ணாம்பு காரையால் பொருத்தி வேண்டிய அளவில் உருவாக்கும் எண்ணம் எழுந்தது.

இதுவே கல்கட்டத்தூண் என வழங்கலாயிற்று. முருட்டுக் கல்தூண், (random rubble masonry pillar), அடுக்குக் கல்தூண் (coursed rubble mansony pillar) என இருவகைப்படும். முரட்டுக் கல்தூணின் வெளிப்பகுதி சீராக அமைவதில்லை. எனவே வெளிப்பூச்சு தேவையாகிறது. கற்களைச் செதுக்கி ஒரே சீராக்க வேண்டியுள்ளமையால் மிகுந்த நேரம் தேவைப்படும். இதனிடையே செங்கல்லைப் பயன்படுத்தித் தூண்கட்டும் முறையும் வழக்கில் வந்தது. கற்கள் கிடைப்பதும் அரிதாகையால், சிறிதுசிறிதாகச் செங்கல் தூண் கட்டும் நிலை தோன்றியது. கல்கொண்டு தூண் கட்டும் பணி வழக்கிலிருந்து மறையலாயிற்று.

பழைய அரண்மனை, கோயில், ஆயிரங்கால் மண்டபம் போன்ற கட்டங்களிலுள்ள தூண்களின் குறுக்குப் பரப்பளவை நோக்கும்போது வியப்புண்டாகும். இவற்றின் விட்டம் ஏறக்குறைய 1 மீட்டர் இருக்கும். திருமலை நாயக்கர் மண்டபத்தில் உள்ள தூண்களில் விட்டங்களை இதற்குச் சான்றாக்கலாம்.

இத்தகைய கட்டுமானக் கல்தூண்கள் (masonry pillars) சுமையை எதிர்க்க அதிக அளவு பரப்பளவைக் கொண்டிருந்தன. இவை கட்டடத்தின் பயன்பாட்டுப் பரப்பளவைக் குறைத்தன. வலிவுடன் அழகாக இருந்தும் மிகுந்த தடினமாக இருந்தமையால் வனப்புக் குறைந்தே காணப்பட்டன. எனவே மனிதன் இரும்பு, எஃகு தூண்களை நாடவேண்டிய தேவையெழுந்தது.

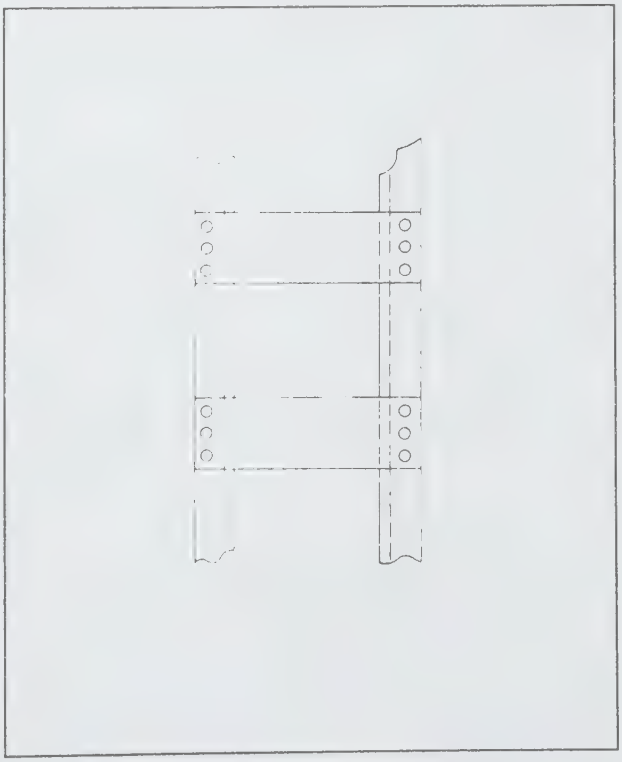


படம் 3. பெரிய தூணின் அமைப்பு

தொடக்கத்தில் இரும்புத் தூண்கள் பெரும்பாலும் வார்ப்பிரும்பால் அமைக்கப்பட்டன. இவற்றின் மேற்புறம் சீராக இருந்தாலும், ஒரு சில பள்ளங்கள், காற்றுக் குமிழிகள் ஆகியவை வலிவைக் குறைத்தன. மேலும் துருப்பிடிப்பதால் வனப்புக் குறையும். இவற்றை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு கொண்டு செல்வதும் கடினமாகையால் இதன் பயன்பாடு மிகவும் குறைந்தது.

இரும்புத்தூண்களின் நீடித்த உழைப்பிற்குக் குதுப்பினார் அருகில் உள்ள இரும்புத்தூண் சான்றாகும். இரும்புத் தூண்களுக்கு இருக்கும் பின்னடைவுகளை (deficiency) வென்றவை எஃகு வெட்டுத் தூண்களாகும் (steel columns.) இவை மிகவும் லேசானவை, ஆனால் உறுதியானவை. மேலும் தூண்களை ஒரு வெட்டுமுகத்தாலோ, பல வெட்டு முகங்களை இணைத்தோ (built-up) அமைக்கலாம். இதனால் நிறுவிடும் வேலை (erection) எளிதாகிறது. பெரிய சுமை தூக்கியின் தூண்கள் (crane) பல உருட்டு எஃகு உறுப்புகளை இணைத்து உண்டாக்கப்படுகின்றன.

பொதுவாக எஃகு படிவங்கள் அல்லது வெட்டு முகங்கள் துருப்பிடிப்பதில்லை. ஈரஞ்செறிந்த காற்றினால் துருப்பிடிக்கும் வாய்ப்பு மிகாதிருக்க வர்ணப் பூச்சுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.



படம் 4. இணைப்பு எஃகுத்தூண்கள்

எ.்.கு வெட்டு முகங்கள் பல வடிவில் கிடைக்கின்றன.

I - ஆங்கில எழுத்து I வடிவம்

H - ஆங்கில எழுத்து H வடிவம்

L - தமிழ் L அல்லது ஆங்கில எழுத்து L வடிவம்

ப - தமிழ் ப வடிவம்

T - ஆங்கில எழுத்து T வடிவம்

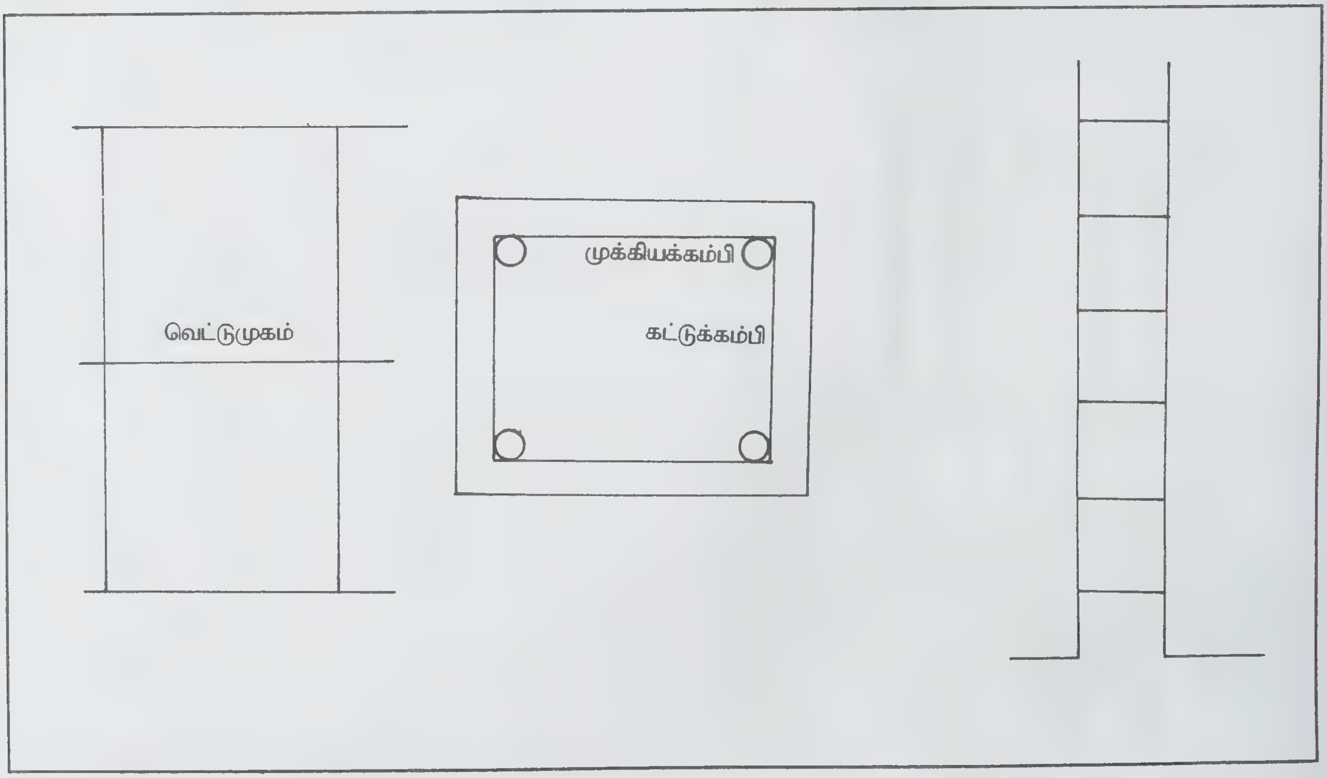
மேற்காணும் வடிவங்கள் இரும்புக் கடையில் காணப்படும். ஏற்ற பல வடிவங்களை எ.்.கு ஆலைக்ள் உண்டாக்கிக் கொடுக்கின்றன.

நீண்ட தூண்கள் சுமையினால் நெளியும். இதை தவிர்க்கப் பின்னல் கட்டுச் (lacing) செய்வதுண்டு. கற்காரையால் (concrete) உள்ளடக்கிக் கட்டிப்பிடித்தலும் (encasing) செய்வதுண்டு. இம்முறை சுமை எதிர்க்கும் திறனைச் கூட்டித் தூணின் வலிமையை அதிகரிக்கும்.

மேற்கூறிய தூண்களில் எ.்.கு தூண்கள் மிகவும் சிறந்தவை. இவை இடத்தை அடைக்கா. ஆனால் எ.்.கு மிகப்பெரிய அளவில் எந்திரங்களுக்கும், அலைகளுக்கும் பயன்படுகிறது. எனவே தூண் கிடைப்பது அரிதாகவும் விலை மிகுந்ததாகவும் உள்ளது. இதனோடு திட்டமிட்டு வர்ணப்பூச்சு செய்ய வேண்டும். குறைந்தது மூன்றாண்டுகளுக்கு ஒரு முறையாவது வர்ணம் புதுப்பிக்க வேண்டும். இதனால் பேணும் செலவு அதிகரிக்கிறது. சிறிய தூண்களைக் கட்டடங்கள் கட்டும் இடத்தில் உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். இணைத்த வெட்டுமுகத் தூண்களைப் பட்டறையில் தான் செய்யமுடியும். ஏனெனில் கருவிகள், வார்ப்புகள் ஆகியன பட்டறையிலேயே உள்ளன. இவற்றின் பயன்கள் வரையறுக்கப்பட்டு ஓர் எல்லைக்குள் நிற்கின்றன.

மேற்காணும் பின்னடைவுகளில் சிறப்பானது வலிவூட்டிய கற்காரைத் (reinforced concrete) தூண்கள் ஆகும். இது குறைந்தது 50 ஆண்டுகளுக்கு நிலைத்து நிற்கும். பேணுதல் செலவேயிராது. இவற்றைக் கட்டடம் கட்டும் இடத்திலேயே உண்டாக்கலாம். கற்காரைப் பொறியியல் நன்கு முன்னேறியுள்ளமையால் எந்தச் சூழ்நிலைக்கும் ஏற்ற கற்காரைத் தூண்களை உண்டாக்க இயலும்.

கற்காரைத் தூண்கள், எ.்.கு கம்பிகளை (reinforced steel bar) உள்ளடக்கியவை. பரப்பளவைக் கூட்டாமல், கம்பிகளின் எண்ணிக்கையைக் கூட்டியோ, கூடுதல் வட்டமுள்ள கம்பிகளைப் பயன்படுத்தியோ வலிமையை அதிகரிக்கலாம். ஒரே அளவுள்ள தூண்களை ஒரு தளத்தில் பயன்படுத்திக் கட்டடங்களின் எழிலைக் கூட்டலாம்.



கற்காரைத் தூண்

கற்காரை, அழுத்தத் தகைவுடைய சுமையை (compression force) மிகவும் வலிவுடன் எதிர்க்கும் ஆற்றல் பெற்றது. எனவே மூன்று அல்லது நான்கு மாடிக் கட்டடங்களுக்கு 25 செ.மீ. x 25 செ.மீ. குறுக்குப் பரப்பளவு கொண்ட கற்காரைத் தூண்கள் போதுமானவை. வானளாவிய கட்டடங்கள் பல வலிவூட்டிய கற்காரைத் தூண்களால் நிறுவப்பட்டவையாகும்.

கற்காரையின் இழுவைத்திறன் (tensile stress) மிகக் குறைவு. சில வேலைகளில் கற்காரைகள் தூண்கள், திருப்புத்திறனுக்கு (moment) உட்பட்டு இழுவைத் தகைவுக்கு உள்ளாக்கப்படும். அப்போது கற்காரையின் வடிவாக்கம் (design) பாதிக்கப்படுகிறது. இழுவைத் தகைவு சிறிய அளவில் இருந்தால், பரப்பளவைக் கூட்டியோ கம்பிகளின் விட்டத்தைக் கூட்டியோ எண்ணிக்கையை அதிகரித்தோ கற்காரைத் தூணின் திறனை கூட்டலாம்.

இழுவைத் தகைவு மிகுந்திருந்தால் முன் சொல்லப்பட்ட முறையில் வடிவாக்கம் அமைந்தால், ஒரு பெரிய பரப்பளவுடைய தூணில் முடியலாம். ஆனால் இது நடைமுறைக்கு ஒவ்வாததாக அமையக்கூடும்.

இத்தகைய பின்னடைவை வெல்ல முன் தகைவுற்ற கற்காரையைப் (pre-stressed concrete) பயன்படுத்தலாம். இம்முறையில் கற்காரை அழுத்தத் தகைவுக்கு, அதன் மேல் சுமையும் திருப்புத்திறனும் வருமுன்னே உள்ளாக்கப் படுகிறது. திருப்புத்திறனால் உண்டாகும் இழுவைத் தகைவு முன் தகைவால் உண்டான அழுத்தத்தகைவைக் குறைத்துக் கற்காரைத் தூணின் பயனை விரிவாக்குகிறது.

- ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

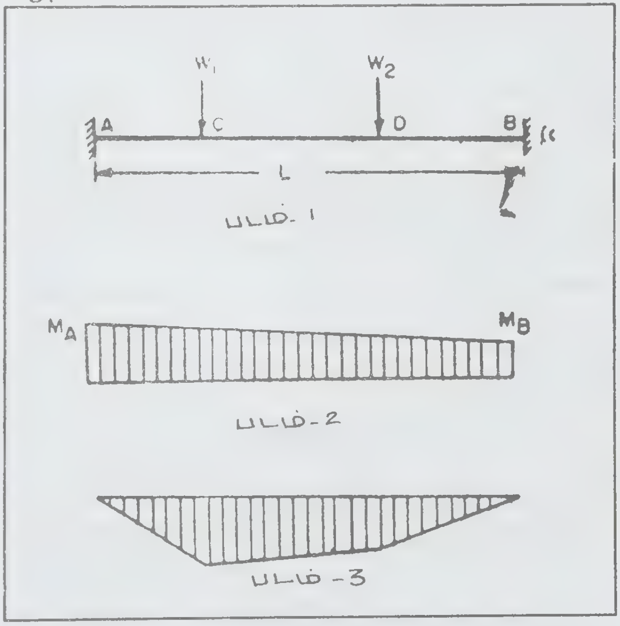
தூண் ஒப்பு முறை

சட்டகங்களின் உறுப்புகளான தூலம் மற்றும் உத்திரங்களின் மீது சுமை செயல்படும்போது அவற்றின் பிணைக்கப்பட்ட முனைகளின் வளைதிருப்புமையைக் கணக்கிடத் தூண் ஒப்புமை முறை பயன்படும்.

பல உறுப்புகளாலான ஓர் அமைப்பு, அதன் மீது விசைகள் செயல்படும்போதே உறுதிச் சமனிலையில் நிற்க வேண்டுமானால் பின்வரும் சமநிலை நிபந்தனைகளுக்கு உட்பட வேண்டும். கிடைமட்ட மொத்த விசைகளின் கூட்டுத்தொகை, குத்துமட்ட மொத்த விசைகளின் கூட்டுத்தொகை, ஒரு புள்ளியில் செயல்படும் அனைத்து விசைகளின் திருப்புமைக் கூட்டுத்தொகை ஆகிய மூன்றும் சுழியாக இருக்க வேண்டும். இவ்விதிகளை மட்டுமே கொண்டு ஆய்வு செய்யப்படுபவை நிலையியல் சார் அமைப்புகள் எனப்படும். அறியப்படாத விசைகளின் எண்ணிக்கை, சமன்பாடுகளின் எண்ணிக்கையைவிட (3ஐவிட) மிகைத்தடை அமைப்பில் மிகுதியாகக் காணப்படும். மிகைத்தடை அமைப்புகளின் ஆய்வில் தூண் ஒப்புமை முறை இடம் பெறுகிறது.

இம்முறை 1930ஆம் ஆண்டு பேராசிரியர் கார்டிகிராஸ் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டது. இம்முறை தடை மிகைமை மூன்றுக்குள் கொண்ட சட்டகங்களின் பகுப்பாய்வில் பயன்படுகிறது. ஒரு தூணின் மீது அச்சிலிருந்து விலகிச் செயல்படும் சுமையினால் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகளைக் கணக்கிடும் சமன்பாடுகளுக்கும், முனைகள் உறுதியாகப் பிணைக்கப் பட்டுள்ளமையால் ஒரு சட்டகத்தின் மீது தோற்றுவிக்கப்படும் வளைதிருப்புமைகளைக் கணக்கிடும் சமன்பாடுகளுக்கும் இடையே ஒற்றுமையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இம்முறை செயல்படுகிறது.

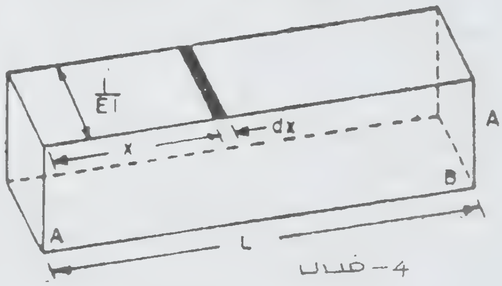
தூண் ஒப்புமை முறையை நன்கு அறிந்து கொள்ள ஓர் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்ட உத்திரத்தை எடுத்துக் காட்டாகக் கருதலாம். முனைகள் A மற்றும் B இவை உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டவை.



உத்திரத்தில் சுமை W_1, W_2 செயல்படுவதாகக் கொள்ளலாம். அறுதியிடப்படாத தொய்வு திருப்புத்திறன்

வரைபடம் 2லும், சமநிலைத் திருப்புத்திறன் வரைபடம் படம் 3லும், குறைந்த உயரமுள்ள ஒரு தூண் படம் 4லும் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் நீளமும் உத்திரத்தின் இரு முனைகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியும் சமம்.

குறைந்த உயரமுள்ள தூண்



படம் - 4

படம் - 5

படம் - 6

தூணின் குறுக்கு வெட்டமைப்பு 'ட' வடிவம் என்றும், தூணின் அகலம் $\frac{1}{EI}$ என்றும் கொள்ளலாம். உத்திரத்தின் இரு முனைகளும் உறுதியாகப் பிணைக்கப்பட்டு உள்ளமையால் அவ்விரு முனைகளிலும் சரிவு சுழி ஆகும். ஆதலால் திருப்புத்திறன் வரைபடத்தின் மொத்தப் பரப்பளவும் சுழி ஆகும். இதனைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளினால் குறிக்கலாம்.

வளை திருப்புமை

$$EI\,\phi_B^A = -\sum_\phi^A \qquad = 0$$

வரைபடப்பரப்பு

அல்லது $$\int_0^L \frac{M_s dx}{EI} + \int_0^L \frac{M_I dx}{EI} = 0$$

அல்லது $$\int_0^L \frac{M_s dx}{EI} = -\int_0^L \frac{M_I dx}{EI}$$

இப்போது தூணின் மீது எடை செயல்படுவதைக் காணலாம். சுமை வரைபடம் - வரைபடத்திற்குச் சமமாக உள்ளது. இது படம் 5இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தூணின் மீது ஏற்படும் அழுத்தப் பரவல் வரைபடம், படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 2, படம் 6 ஆகிய இரண்டையும் பார்க்கும்போது இரண்டுக்குமுள்ள ஒப்புமை தெளிவாகிறது. இந்த ஒற்றுமையைப் பிணைக்கப்பட்ட முனைகளின் திருப்புத்திறன் M_A மற்றும் M_B ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்த முடிகிறது. ஒப்புமை செய்யப்பட்ட தூணின் முனைகளில் உள்ள தகைவுகள் J_A மற்றும் J_B ஆகியவை கீழ்க்காணும் தொடர்பின் மூலம் முடிவெடுக்கப்படும்.

1. தூணின் அடிப்புறத்தில் மொத்த அழுத்தம் (f.dA) தூணின் மேல் புறத்தின் மொத்த அழுத்தத்திற்குச் சமம். (ρ)
2. தூணின் அடிப்புறத்தில், Aஇல் உருவாகும் மொத்த அழுத்தத்தின் திருப்புத் திறன், தூணின் மேல்புறத்தில் முனை Aஇல் உருவாகும் மொத்த அழுத்தத்தின் திருப்புத் திறனுக்குச் சமம்.

தூண் அகலத்தில் மிகச் சிறிய ஒரு பகுதியின் நீளம் dx எனக் கொள்ளலாம். இது முனை Aஇலிருந்து R தொலைவில் உள்ளது (படம் 4). தூணின் அடிப்புறப் பகுதியின் அழுத்தத்தின் அளவு f எனலாம்.

இப்போது $$P = \int_0^L f.dA$$

P - தூணின் மீது செயல்படும் மொத்த சுமை

$= \frac{M_s}{EI}$ வரைபடப் பரப்பளவு

d_A - தூணின் சிறிய பகுதியின் பரப்பளவு

ஆனால் $$P = -\int_0^L \frac{M_s dx}{EI} = \int_0^L \frac{M_I dx}{E_I}$$

M_s வரைபடம் எதிர்மறை ஆதலால் எதிர்மறைக் (-) குறி பயன்படுத்தப்படுகிறது. சமன்பாடு (2) மற்றும் (3) மூலம் ஏற்படும் புதிய சமன்பாடு :

$$\int_0^L \frac{M_I dx}{EI} = \int_0^L f.dA \qquad ...... \qquad (4)$$

சமன்பாடு (4) மூலம் பிணைக்கப்பட்ட முனைகளின் வளை திருப்புமை வரைபடம், ஒரு தூணின் மீது மைய அச்சிலிருந்து விலகிச் சுமை செயல்படும்போது ஏற்படும் அழுத்த வரைபடத்திற்கு ஒப்பாக உள்ளமையைக் காணலாம்.

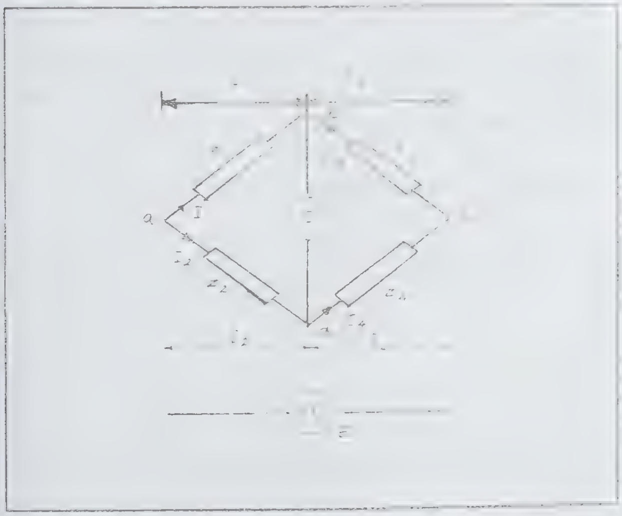
ஆதலால் அழுத்த வரைபடத்தினைக் கொண்டு பிணைக்கப்பட்ட திருப்புத்திறனைக் கணக்கிடலாம். படம் 4இல் காட்டப்பட்ட தூண், ஒப்புமைத்தூண் எனப்படும். ஒப்புமைத் தூண் மீது புறவிசையாக நிலையியல்சார் சட்டகத்தின் வளைதிருப்புமை கருதப்பட்டு இதன் விளைவாக ஒப்புமைத் தூணின் வெட்டுமுகத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகள் மிகைத் தடைச்சட்டக வளை திருப்புமைகளாகக் கணக்கிடப்படுகின்றன.

- ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

தூண்டச் சமனி

மின்தூண்டம், மின்தேக்கத் திறன் ஆகியவற்றை எளிதாகவும், துல்லியமாகவும் அளவிட மாறுதிசை மின்னோட்டச் சமனிகள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. இச்சமனி நான்கு புயங்கள், ஒரு மின்மூலம், ஒரு துல்லியமான மின்னோட்டங்காட்டி ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. குறைந்த அதிர்வெண்ணால் அளவிட மின்மூலமும், மிகு அதிர்வெண்ணால் அளவிட மின்னணு அலையியற்றியும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மாறுதிசை மின்னோட்டச் சமனியின் பகுதிகள் படம்-1 இல் உள்ளவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சமனியின் நான்கு புயங்களிலும் Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 எனும் மின் எதிர்ப்புகள் உள்ளன. சமனி சமநிலையில் உள்ளபோது மின்னோட்டங்காட்டி, சுழியைக் காட்டும். அப்போது முனைகள் b, d ஆகியவற்றிற்கு இடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு சுழியாக இருக்கவேண்டும். அதாவது a - இலிருந்து b வரை உள்ள மின்னழுத்த இழப்பு a - இலிருந்து d - வரை உள்ள மின்னழுத்த இழப்பிற்குச் சமம்.



படம் 1. மாறுதிசை மின்னோட்டச் சமனி

திசையன் குறியீட்டில், $\overline{E_1} = \overline{E_2}$ அல்லது

$$\overline{I_1 Z_1} = \overline{I_2 Z_2} \quad ...... \quad (1)$$

சமனியின் மின்னோட்டச் சமனத்தின்போது $\overline{I_1} = \overline{I_3} =$

$$\frac{\overline{I}}{\overline{Z_1} + \overline{Z_2}} \quad .... \quad (2)$$

மேலும், $\overline{I_2} = \overline{I_4} = \frac{\overline{E}}{\overline{Z_3} + \overline{Z_4}}$ ...... (3) சமன்பாடுகள் (2), (3) ஆகியவற்றைச் சமன்பாடு (1) இல்

பிரதியிட்டால் கிடைப்பது $\overline{Z_1 Z_4} = \overline{Z_2 Z_3}$ .... (4)

அதாவது ஓர் இணை எதிர்க்கை மின் எதிர்ப்புகளின் பெருக்கற்பலனுக்குச் சமம். இங்கு மின் எதிர்ப்புகளின் மதிப்பையும், தறுவாய்க் கோணத்தையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

சமன்பாடு (4) ஐக் கோணவியல் முறையில்,

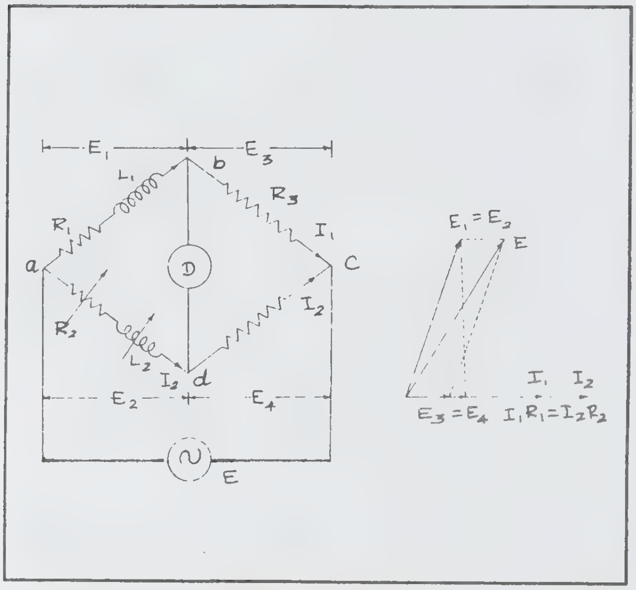
$$Z_1 Z_4 \angle O_1 + O_4 = Z_2 Z_3 \angle O_2 + O_3 \quad ..... \quad (5)$$

என எழுதலாம். இச்சமன்பாட்டிலிருந்து மின் எதிர்ப்புகளின் மதிப்பு $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$ எனவும், அவற்றின் தறுவாய்க் கோணம் $\angle O_1 + O_4 = \angle O_2 + O_3$ எனவும் இருத்தல் வேண்டும்.

மாறுதிசை மின்னோட்டச் சமனியைச் சமம் செய்யும்போது இரண்டு சார்பற்ற சமன்பாடுகள் கிடைக்கின்றன. இரண்டு சமன்பாடுகள் மூலம் இரண்டு மதிப்புத் தெரியாத மின்தடை, மின்தூண்டம் ஆகியவற்றைக் காணவியலும். சமனியில் எளிதாகச் சமம் கிடைக்க ஒவ்வொரு சமன்பாடும் ஒவ்வொரு மாறும் உறுப்பைக் கொண்டிருப்பது நலம். இரு சமன்பாடுகளும் சார்புள்ளவையாக இருப்பின், சமம் செய்யும் முறை கடினமாகவும், அதற்கான கால நேரம் மிகுதியாகவும் இருக்கும். மதிப்பு மாறும் இரண்டு உறுப்புகளும் ஒரே கிளையில் இருந்தால் சமனம் செய்வதில் குவியும் வாய்ப்பு மிகுதியாகும். மாறுதிசை மின்னோட்டச் சமனிகளின் சமனச் சமன்பாடுகள் பெரும்பாலும் மின் மூல அதிர்வெண்களைச் சார்ந்தவை அல்ல; எனவே அதிர்வெண்களின் சரியான மதிப்பை அளவிட வேண்டியதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க ஒரு நன்மையாகும். ஆனால் மின்தூண்டல்களை அளவிடப் பயன்படும் மூலங்களின் அலை வடிவம், சரியான சைன் வடிவமாக இருக்க வேண்டும்.

மின்தூண்டங்களை அளவிடப் பயன்படும் பல்வேறு சமனிகளைக் காணலாம்.

மாக்ஸ்வெல் தூண்டச் சமனி. இச்சமனி ஒரு மதிப்புத் தெரியாத மின்தூண்டத்தை மற்றொரு செந்தரமாக மாறும் மதிப்புள்ள மின்தூண்டத்துடன் ஒப்பிட்டு அதன் மதிப்பை அளவிடுகிறது. இது நடுத்தரத் தன்மை எண் ($1<Q<100$) கொண்ட மின் தூண்டங்களை அளவிட ஏற்றதாகும். சமனியின் இணைப்பு, தறுவாய்ச் சுற்றுப்படம் ஆகியவை படம் 2இல் உள்ளன.



படம் 2. மாக்ஸ்வெல் தூண்டச் சமனி

L_1 என்பது R_1 மின்தடையுள்ள மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டம் எனவும், L_2 என்பது R_2 மின்தடையுள்ள மதிப்புத் தெரிந்த மாறும் மின் தூண்டம் எனவும், R_2 என்பது மின்தூண்டம் L_2உடன் தொடரிணைப்பில் உள்ள மாறும் மின்தடையம் எனவும், R_3, R_4 ஆகியவை மதிப்புத் தெரிந்த தூய மின்தடையங்கள் எனவும் கொள்ளலாம்.

வெவ்வேறு கிளைகளின் மின்எதிர்ப்பைச் சீராக்கி மின்னோட்டங்கள் மின்மூல மின்னழுத்தத்திற்கு ஒரே தறுவாய்க் கோணத்தில் பின்தங்கி உள்ளவாறு செய்யப்படுகின்றன. L_2-ஐச் சீராக்கி மின்னோட்டங்காட்டியில் குறைந்த அளவு உள்ளபோது R_2 - ஐச் சரிசெய்து இதைவிடக் குறைந்த அளவு வருவதுபோலச் செய்யப்படும். பின்பு L_2, R_2 ஆகியவற்றை மாறி மாறிச் சீராக்கி மின்னோட்டங்காட்டியில் சுழி கிடைக்குமாறு செய்யப்படும். சமனி சமனநிலையில் உள்ளபோது

$$\frac{(R_1 + jwL_1)I_1}{R_3 I_1} = \frac{(r_2 + R_2 + jwL_2)I_2}{R_4 I_2} \quad ...... \quad (6)$$

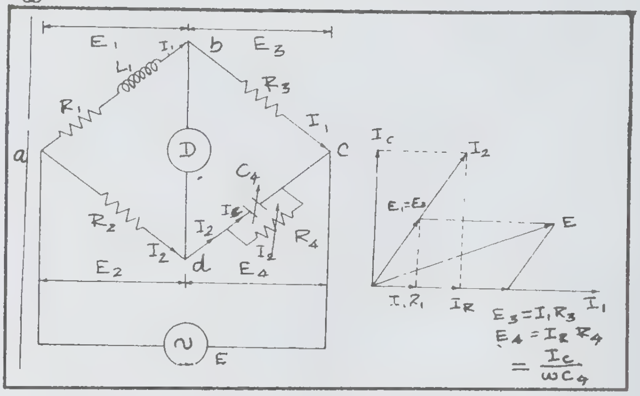
$$\frac{R_1 + jwL_1}{R_3} = \frac{r_2 + R_2 + jwL_2}{R_4} \quad ..... \quad (7)$$

$$R_1R_4 + jwL_1R_4 = r_2R_3 + R_2R_3 + jwL_2R_3 \quad ...... \quad (8)$$

உண்மை, கற்பனைப் பகுதிகளைப் பிரித்தெடுத்தால் ...... (9)

$$R_1 = \frac{R_3}{R_4}(R_2 + r_2) \quad .... \quad (10)$$

மாக்ஸ்வெல் மின்தூண்ட - மின்தேக்கிச் சமனி. ஒரு மின்தூண்டம் மற்றொரு செந்தரமான மாறும் மின்தேக்கியுடன் ஒப்பிடப்பட்டு அதன் மதிப்பு அளவிடப்படுகிறது. இச்சமனியின் இணைப்பு, சமநிலைத் தறுவாய்ச் சுற்றுப்படம் ஆகியவை படம் 3இல் உள்ளன.



படம் 3. மாக்ஸ்வெல் மின்தூண்ட-மின் தேக்கிச் சமனி

L_1 என்பது R_1 மின்தடையுள்ள மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டம் எனவும், R_2, R_3, R_4 ஆகியவை மதிப்புத் தெரிந்த தூய மின்தடையங்கள், C_4 என்பது ஒரு செந்தரமாக மாறும் மின்தேக்கி எனவும் கொள்ளலாம்.

மின்னோட்டச் சமனத்தின்போது

$$(R_1 + wL_1)\left[\frac{R_4}{1 + jwC_4R_4}\right] = R_2R_3 \quad ... \quad (11)$$

அதாவது

$$R_1R_4 = jwL_1R_3 = R_2R_3 + jwR_2R_3\,C_4R_4 \quad ...... \quad (12)$$

உண்மை, கற்பனைப் பகுதிகளைத் தனிப்படுத்தினால்

$$R_1 = \frac{R_2R_3}{R_4} \quad ...... \quad (13)$$

$$L_1 = R_2R_3C_4 \quad (14)$$

$$\text{காரணி } Q = \frac{wL_1}{R_1} = WC_4R_4$$

நன்மைகள். R_4, C_4 ஆகியவற்றை மாறும் உறுப்புகளாக எடுத்துக் கொண்டால் இரண்டு சமச் சமன்பாடுகளும் சார்பற்றவை. இரு சமன்பாடுகளிலும் மின்மூல அதிர்வெண் வருவதில்லை. மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டத்தைக் காண எளிய கோவை ஒன்று கிடைக்கிறது.

R_2, R_3 ஆகியவற்றின் மதிப்பு 10^6 எனில் மின்தூண்டம் L_1இன் மதிப்பு $C_4 \times 10^6$ சமனியின் மின்னோட்டம் சமமாக உள்ளபோது $C_4\mu F$ மதிப்பு மின்தூண்டத்தின் மதிப்பை ஹென்றியில் நேரடியாகக் கொடுக்கிறது. இயல்பான அதிர்வெண் செவியுணர் அதிர்வெண் ஆகியவற்றில் மின்தூண்ட மின்தேக்கிச் சமனி மிக வீச்சுடைய மின்தூண்டங்களை அளவிடுகிறது.

தீமைகள். மிகத் துல்லியமான செந்தர மாறும் மின்தேக்கி இச்சமனியில் தேவைப்படுகிறது. இதன் விலை மிகுதி. குறைந்த தன்மை எண், ($1<Q<10$) கொண்ட மின்தூண்டங்களை மட்டுமே இச்சமனியில் அளவிடலாம். மிகக் குறைந்த Q-காரணி ($Q<1$) கொண்ட மின்தூண்டத்தை அளவிட இச்சமனி ஏற்றதன்று.

ஆண்டர்சன் சமனி. இச்சமனியில் மின்தூண்டம் ஒரு செந்தர மின்தேக்கி உதவியுடன் அளவிடப்படுகிறது. இச்சமனியால் மிக அதிக வேறுபாடான மதிப்புள்ள மின்தூண்டங்களைத் துல்லியமாக அளவிடலாம். சமனியின் இணைப்பு, சம நிலைத் தறுவாய்ச் சுற்றுப்படம் ஆகியவை படம் 4இல் உள்ளன.

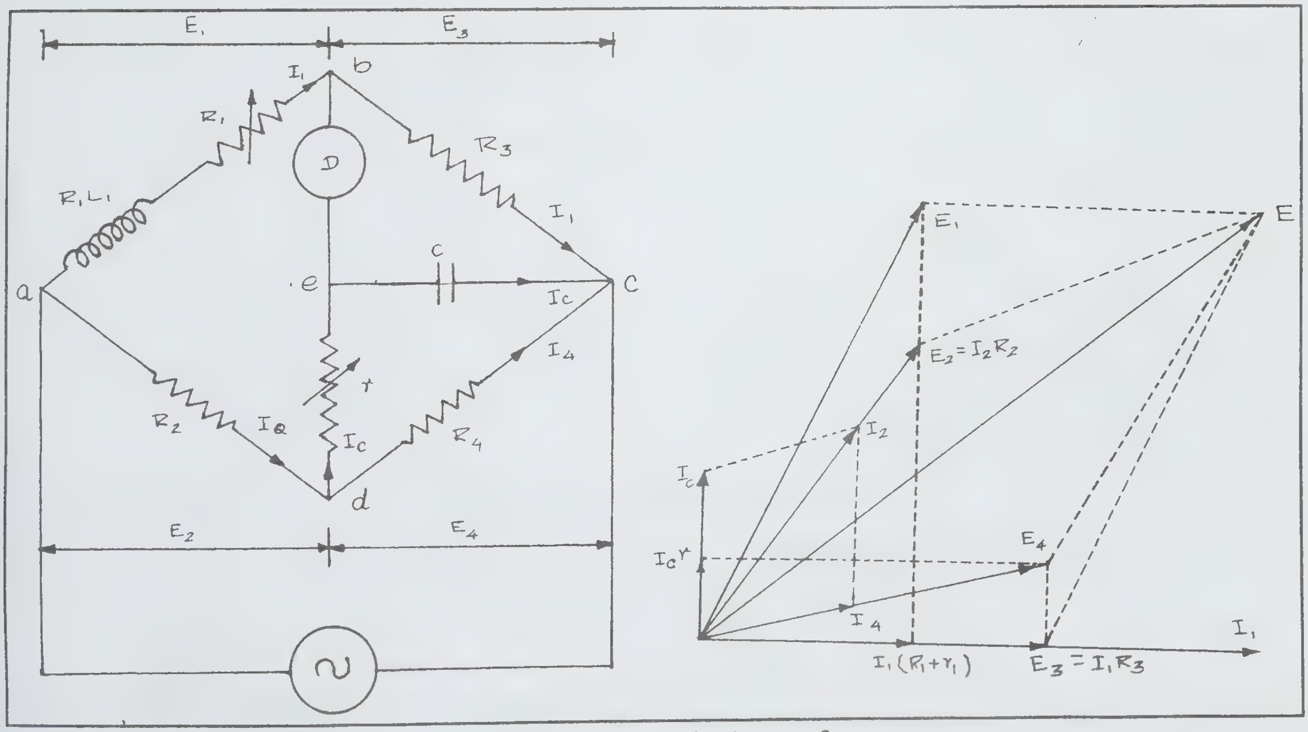
L_1 என்பது R_1 மின்தடையுள்ள மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டம் எனவும் r_1 என்பது மின்தூண்டத்தின் தொடரிணைப்பிலுள்ள மின்தடையம் எனவும், r_1, R_2, R_3, R_4 ஆகியவை மதிப்புத் தெரிந்த தூய மின் தடையங்கள் எனவும், C என்பது ஒரு செந்தர மாறா மின்தேக்கி எனவும் கொள்ளலாம்.

மின்னோட்டச் சமனத்தின்போது

$$\bar{I}_2 = \bar{I}_c = \bar{I}_4 \quad \ldots\ldots \quad (16)$$

$$\bar{I}_1R_3 = \frac{\bar{I}_c}{jwC} \quad \ldots\ldots \quad (17)$$

$$\bar{I}_1(R_1 + R_1 + jwL_1) = \bar{I}_2R_2 + \bar{I}_2r \quad \ldots\ldots \quad (18)$$



படம் 4. ஆண்டர்சன் சமனி

$$I_c\left(r + \frac{1}{jwC}\right) = (\overline{I_2} - \overline{I_c})R_4 \quad .... \quad (19)$$

மின்னோட்டங்கள் $\overline{I_1}, \overline{I_2}, \overline{I_c}$ ஆகியவற்றை நீக்கினால், $r_1 + R_1 + jwL_1 - jwCR_3r - jwCR_2R_3 - jwC\frac{R_2R_3r}{R_4} - \frac{R_2R_3}{R_4}$ .... (20)

உண்மை, கற்பனைப் பகுதிகளைப் பிரித்தால்

$$R_1 = \frac{R_2R_3}{R_4} - r \quad .... \quad (21)$$

$$L_1 = C\frac{R_3}{R_1}[r(R_2 + R_4) + R_2R_4] \quad .... \quad (22)$$

நன்மைகள். r1, r ஆகியவை சார்பற்றவையாதலால் அவற்றை மாறி மாறிச் சரி செய்து சமனியின் சமனத்தை எளிதாகக் குவியச் செய்யலாம். மிகக் குறைந்த தன்மை எண்ணுள்ள மின்தூண்டங்களை அளவிடும்போது இது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நன்மையாகும். மாறும் மின்தேக்கிக்குப் பதிலாக மாறா மின்தேக்கி பயன்படுகிறது. மின்தூண்டத்தை ஒப்பிட்டு மின்தேக்குந் திறனைத் துல்லியமாக அளவிட இச்சமனியைப் பயன்படுத்தலாம்.

தீமைகள். மாக்ஸ்வெல் சமனியைவிட இச்சமனி சிக்கலானது. மேலும் மிகுதியான பகுதிகளைக் கொண்டது. சமன்பாடுகளும் மிக எளியவை அல்ல. மிகையான இணைப்பின் காரணமாகச் சமனியை மற்ற விளைவுகளி லிருந்து பாதுகாப்பது கடினமாகிறது.

பட்டர்வொர்த் சமனி. சில மைக்ரோ ஹென்றி மதிப்புள்ள சிறு மின்தூண்டங்களை இச்சமனியால் அளவிடலாம். சமனியின் இணைப்பு, சமநிலைத் தறுவாய்ச் சுற்றுப்படம் ஆகியவை படம் 5இல் உள்ளன.

இங்கு L_1 என்பது R_1 மின்தடையுள்ள மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டம் எனவும், C என்பது மாறா மின்தேக்கி எனவும், R_2 என்பது மாறும் மின்தடையும் எனவும், R_3, R_4, r ஆகியவை தூய மின்தடையங்கள் எனவும் கொள்ளலாம்.

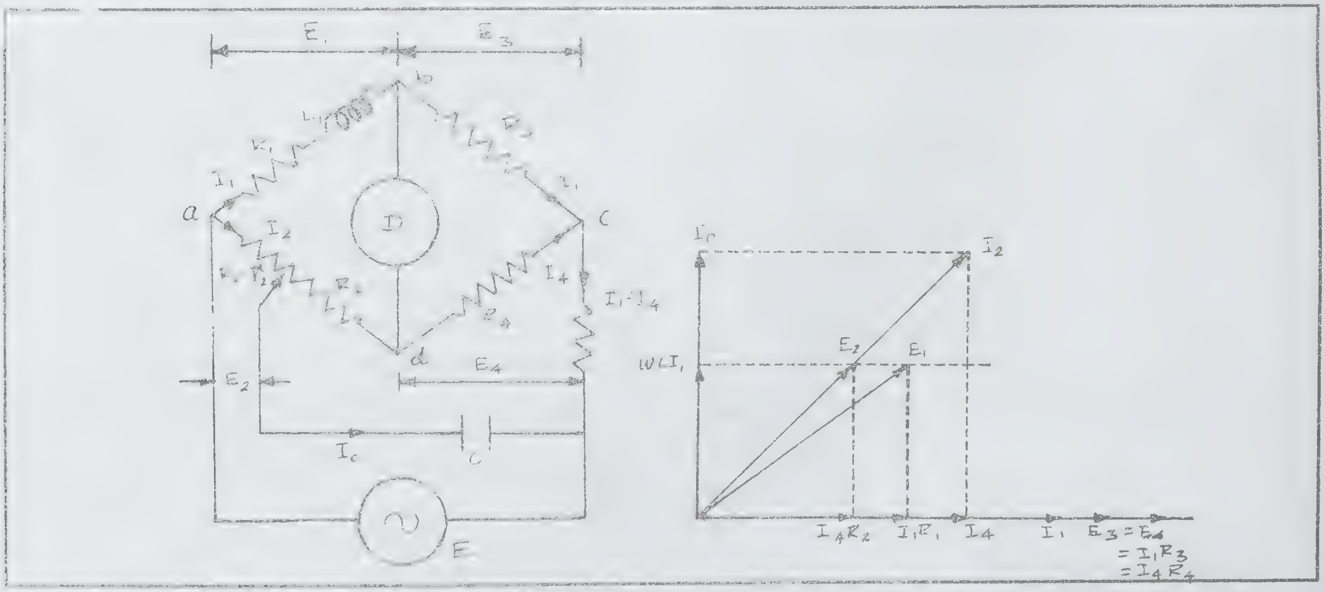
மின்தடைகள் R_3, R_4 ஆகியவற்றைச் சீராக்கி மின் தூண்டச் சமத்திற்குச் சார்பின்றி மின்தடை, சமம் செய்யப்படுகிறது.

சமனியின் சமநிலையின்போது,

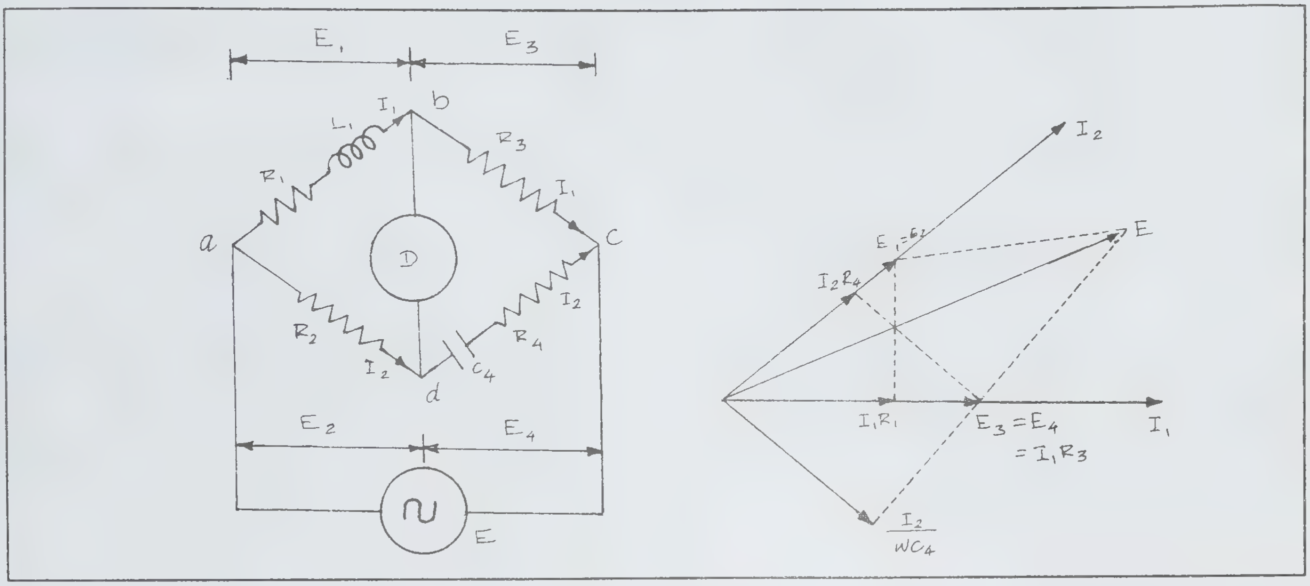
$$L_1 = \frac{R_2 - r_2}{R_4}\left[(R_3 + R_4)r + R_3(R_4 + r_2)\right]C \quad ... \quad (23)$$

$$R_1 = \frac{R_2R_3}{R_4} \quad .... \quad (24)$$

ஹே சமனி. அதிக Q-காரணியுடைய மின்தூண்டங் களைவிட இச்சமனி ஏற்றது. ஆனால் மின்னோட்ட அதிர்வெண்ணைத் துல்லியமாக அளவிட வேண்டும். சமனியின் இணைபபு, சமநிலைத் தறுவாய்ச்சுற்று ஆகியவை படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 5. பட்டர்வொர்த் சமனி



படம் 6. ஹே சமனி

L_1 என்பது R_1 மின்தடையுள்ள மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின் தூண்டம் எனவும், R_2, R_3, R_4 ஆகியவை மதிப்புத் தெரிந்த மின் தடையங்கள் எனவும், C_4 என்பது செந்தரமான மின்தேக்கி எனவும் கொள்ளலாம். C_2, R_2, R_4 ஆகியவற்றைச் சீராக்கிச் சமனி மின்னோட்டம் சமம் செய்யப்படுகிறது. அப்போது,

$$(R_1 + jwL_1)\left(R_4 - \frac{j}{wC_4}\right) = R_2R_3 \quad \ldots\ldots \quad (25)$$

$$R_1R_4 + \frac{L_1}{C_4} + jwL_1R_4 - \frac{jR_1}{wC_4} = R_2R_3 \quad \ldots\ldots \quad (26)$$

உண்மை, கற்பனைப் பகுதிகளைப் பிரித்தால்

$$R_1 = \frac{w^2R_2R_3R_4C_4}{1 + w^2C_4^2R_4^2} \quad \ldots\ldots \quad (27)$$

$$L_1 = \frac{R_2R_3C_4}{1 + w^2C_4^2R_4^2} \quad \ldots\ldots \quad (28)$$

$$Q = \frac{wL_1}{R_1} = \frac{1}{wC_4R_4} \quad \ldots\ldots \quad (29)$$

மேற்காணும் கோவைகளில் அதிர்வெண் உள்ளமையால் மின்மூலத்தின் அதிர்வெண்ணைத் துல்லியமாக அளவிடல் இன்றியமையாதது. ஆனால் மிகு Q-காரணி உடைய மின்தூண்டத்தை அளவிடும்போது இது தேவையில்லை.

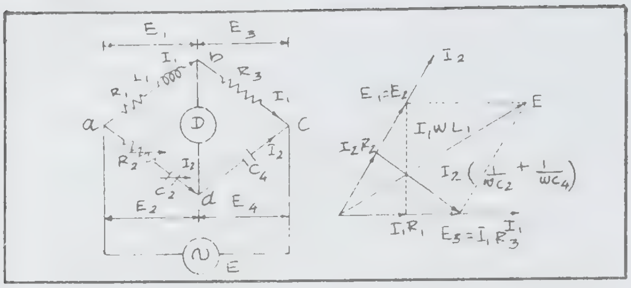
$$L_1 = \frac{R_2R_3C_4}{1+w^2C_4^2R_4^2} = \frac{R_2R_3C_4}{1+\left(\frac{1}{Q}\right)^2} \quad \ldots\ldots \quad (30)$$

Qஇன் மதிப்பு 10 ஐ விட மிகுதியானால், $\left(\frac{1}{Q}\right)^2$ இன் மதிப்பு $\frac{1}{100}$ ஐ விடக் குறைவாக இருக்கும். இதனைப் புறக்கணித்து விடலாம். எனவே $L_1 = R_2R_3C_4$

நன்மைகள். இச்சமனி Q-காரணி 10க்கு மேல் உடைய மின்தூண்டங்களுக்கு ஏற்றது. குறைந்த மதிப்புடைய மின்தடையம் R_4 ஆகத் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் மாக்ஸ்வெல் சமனியில் இதன் மதிப்பு மிக அதிகமாகத் தேவைப்படுகிறது. Q காரணியைக் காண இச்சமனி மிக எளிய கோவையைத் தருகிறது.

தீமைகள். Q-காரணி 10க்கும் குறைவாகக் கொண்ட மின் தூண்டங்களை அளவிட இச்சமனி ஏற்றதன்று.

ஒவென் சமனி. இச்சமனியின் இணைப்பு, சமநிலைத் தறுவாய்ச் சுற்றுப்படம் ஆகியவை படம் 7இல் உள்ளன. மின்தூண்டத்தின் மதிப்பை மின்தேக்கித் திறனுடன் ஒப்பிட்டு மதிப்பு அளவிடப்படுகிறது.



படம் 7. ஒவென் சமனி

L_1 என்பது R_1 மின்தடை கொண்ட மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டம் எனவும், R_2 என்பது மாறும் தூய மின்தடையம் எனவும் R_3 என்பது மாறா தூய மின்தடையம் எனவும், C_2 என்பது மாறும் செந்தர மின்தேக்கி எனவும், C_4 என்பது மாறா படித்தரச் செந்தர மின்தேக்கி எனவும் கொள்ளலாம். மின்னோட்டச் சமனத்தின்போது,

$$(R_1 + jwL_1)\left(\frac{1}{jwC_4}\right) = \left(R_2 + \frac{1}{jwC_2}\right)R_3 \quad ..... \quad (31)$$

உண்மை, கற்பனைப் பகுதிகளைப் பிரித்தால்

$$L_1 = R_2R_3C_4 \quad ..... \quad (32)$$

$$R_1 = \frac{C_4}{C_2}R_3 \quad ..... \quad (33)$$

நன்மைகள். ஒரே கிளையில் இரண்டு மாறும் உறுப்புகளும் உள்ளமையால் சமநிலை நோக்கிக் குவிதல் மிக எளிது. சமன்பாடுகள் மிகவும் எளிமையாகவும், அதிர்வெண்ணை உறுப்பாகக் கொள்ளாமலும் உள்ளன. அதிக வேறுபாடான மதிப்புள்ள மின்தூண்டங்களை இச்சமனியால் அளவிடலாம்.

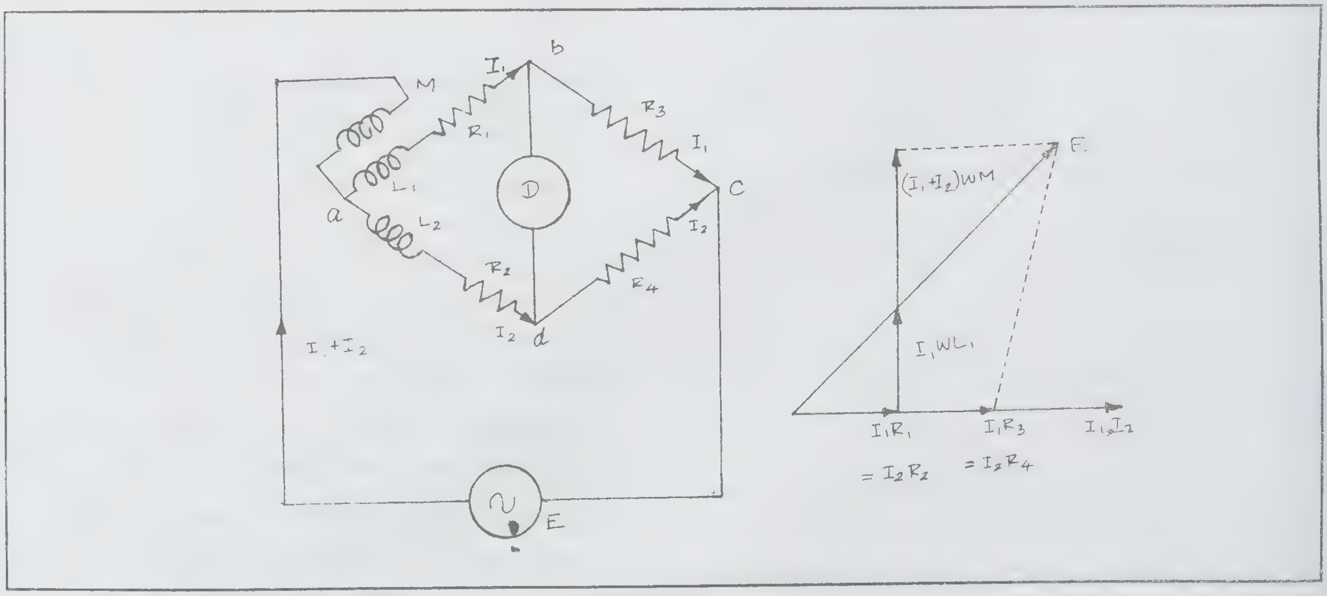
தீமைகள். இச்சமனிக்குத் தேவையான துல்லிய மாறும் மின்தேக்கி விலை மிகுந்தது. அதிக காரணி எண்ணுடைய மின்தூண்டங்களை அளவிடும்போது மாறா மின்தேக்கியின் மதிப்பு மிகுதியாகத் தேவைப்படும்.

ஹீவிசைடு சமனி. மிக அதிக வேறுபாடான மதிப்புள்ள மின் தூண்டங்களை அளவிட மாறும் சார்பு மின்தூண்டம் பயன்படுகிறது. பொது ஆய்வகங்களில் பயன்படும் சிறந்த முறைகளில் இதுவும் ஒன்று. சார்பு மின்தூண்டத்தின் முதன்மைச் சுற்று மின்மூலச் சுற்றிலும், அதன் துணைச் சுற்று, சமனியின் ஒரு புயத்திலும் உள்ளன. மதிப்பு அறுதியிட வேண்டிய மின்தூண்டம் L_2, தூய மின்தடையங்கள் R_3, R_4 ஆகியவை மற்றப் புயங்களிலும் உள்ளன. L_1 என்பது சார்பு மின்தூண்டத்தின் தன் தூண்டம் எனவும், R_1 என்பது அதன் மின்தடை எனவும் கொள்ளலாம். சார்பு மின்தூண்டம், மின்தடைகள் R_3, R_4 ஆகியவற்றைச் சீராக்கிச் சமனியின் மின்னோட்டம் சமப்படுத்தப்படுகிறது.

மின்னோட்டச் சமனத்தின்போது,

$$\overline{I_1}R_3 = \overline{I_2}R_4 \quad ..... \quad (34)$$

$$\left(\overline{I_1} + \overline{I_2}\right)jwM + I_1(R_1 + R_3 + jwL_1) = I_2(R_4 + R_2 + jwL_2) \quad .... \quad (35)$$



படம் 8. ஹீவிசைடு சார்புத் தூண்டச் சமனி

பிரித்தால், $R_2 = \dfrac{R_1R_4}{R_3}$ ...... (36)

$$L_2 = \frac{M(1 + R_4)}{R_3} + \frac{R_4}{R_3}L_1 \quad ..... \quad (37)$$

கேம்பெல் மாற்றியமைத்த ஹீவிசைடு சமனி. அளவிடப்பட வேண்டிய மின்தூண்டத்தின் தொடரிணைப்பில் சார்பு மின்தூண்டத்தின் தன்தூண்ட மதிப்புக் கொண்ட சமச்சுருள் ஒன்று இணைக்கப்படுகிறது. மேலும் கூடுதலாகத் தூண்ட மின்தடை மாற்றி γ சார்பு மின்தூண்டத்துடன் தொடர் இணைப்பில் சமனியின் புயத்தில் இணைக்கப்படுகிறது. சார்பு மின்தூண்டம் M மின்தடை γ ஆகியவற்றைச் சீராக்கிச் சமநிலை செய்யப்படுகிறது. சார்பு மின்தூண்டம், மின்தடை ஆகியவற்றின் அளவைகள் M_1r_1 எனலாம். மின்தூண்டம் L_2 குறுக்குச் சுற்றுச் செய்யப்பட்டு, சமனி மீண்டும் சமப்படுத்தப்படுகிறது. இப்போது அளவைகள் M_2r_2 எனலாம். சமன்பாடு (37)ல் இருந்து,

$$L_2 + L = \frac{M_1(R_3 + R_4) + R_4L_1}{R_3} \quad .... \quad (38)$$

$$L = \frac{M_2(R_3 + R_4) + R_4L_1}{R_3} \quad .... \quad (39)$$

$$\therefore L_2 = \frac{(M_1 - M_2)R_3 + R_4}{R_3}$$

$$= (M_1 - M_2)\left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \quad ...... \quad (40)$$

சமன்பாடு (36)இல் இருந்து,

$$R_2 + R = (R_1 + r_1)\,\frac{R_4}{R_3} \quad ...... \quad (41)$$

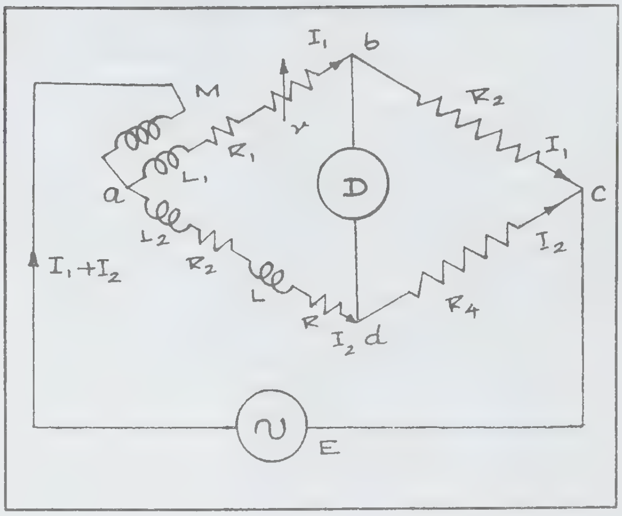
$$R = (R_1 + r_2)\,\frac{R_4}{R_3} \quad ..... \quad (42)$$

$$\therefore R_2 = (V_1 - V_2)\,\frac{R_4}{R_3} \quad ..... \quad (43)$$

இம்முறையில் இணைப்புக் கம்பிகளின் மின்தூண்டம், மின்தடை ஆகியவற்றின் விளைவுகள் நீக்கப்படுகின்றன. $R_3 = R_4$

$$L_2 = 2(M_1 - M_2) \quad ..... \quad (44)$$

$$R_2 = (V_1 - V_2) \quad ...... \quad (45)$$



படம் 9. கேம்ப்பெல் மாற்றியமைத்த ஹீவிசைடு சமனி

ஹீவிசைடு – கேம்பெல் சமவிகிதச் சமனி. சமச்சுருள் முந்திய சமனியின் அளவிடும் துல்லியத்தைக் குறைக்கிறது. ஆனால் ஹீவிசைடு கேம்பெல் சம விகிதச் சமனி சமச்சுருளை நீக்கி அதன் துல்லியத்தை ஊக்குவிக்கிறது. படம் 10 இச்சமனியின் அமைப்பைக் காண்பிக்கிறது.

சார்பு மின்தூண்டத்தின் துணைச்சுற்று இரு சமச்சுருள்களாகவும் அடிப்படைச்சுற்று இவ்விரு சுருள்களுடனும் வினைபுரிவதாகவும் அமைக்கப்படுகின்றன. L_1 என்பது மின்தூண்டம் அளவிடவேண்டிய சுருள். மின்தடைகள் R_3, R_4 ஆகியவை மதிப்பில் சமமாக உள்ளன. மின்தடை மாற்றி V சார்பு மின்தூண்டம் M_1M_2 ஆகியவற்றைச் சீராக்கிச் சமனி சமப்படுத்தப்படுகிறது. அப்போது

$$\overline{I_1}R_3 = \overline{I_2}R_4 \quad ..... \quad (46)$$

$$\therefore \overline{I_1} = \overline{I_2} = \frac{\bar{I}}{2} \quad ..... \quad (47)$$

$$\overline{I_1}(R_1 + V) + I_1 jwM_1 =$$
$$\bar{I}_2R_2 + \overline{I_2}jw(L_2 + L) - \bar{I}jwM_2 \quad ..... \quad (48)$$

அல்லது

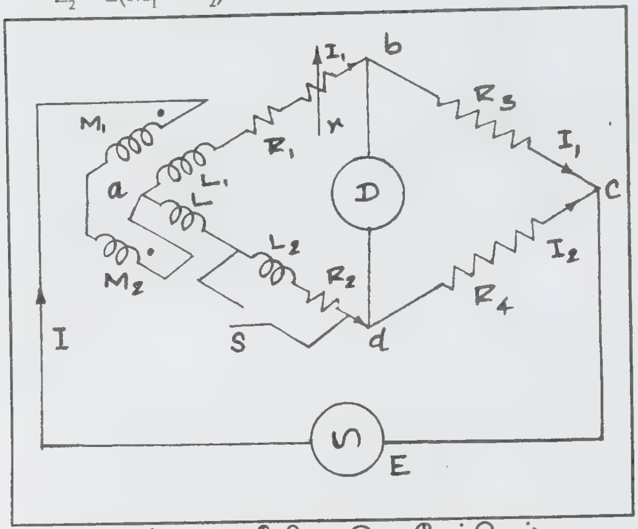
$$\frac{R_1 + V}{2} + jw\left(\frac{L}{2} + M_1\right) =$$

$$\frac{R_2}{2} + jw(L_2 + L) - jwM_2 \quad ..... (49)$$

உண்மை, கற்பனைப் பகுதிகளைப் பிரித்தால்

$$R_2 = R_1 + V \quad ..... (50)$$

$$L_2 = 2(M_1 + M_2) \quad ..... (51)$$



படம் 10. ஹீவிசைடு - கேம்பெல் சமவிகிதச் சமனி

இச்சமனியில் அளவிடப்பட்ட வேண்டிய மின்தூண்டத்தின் மதிப்பு சார்பு மின்தூண்ட வரம்பின் இருமடங்கிற்கு உட்பட்டது.

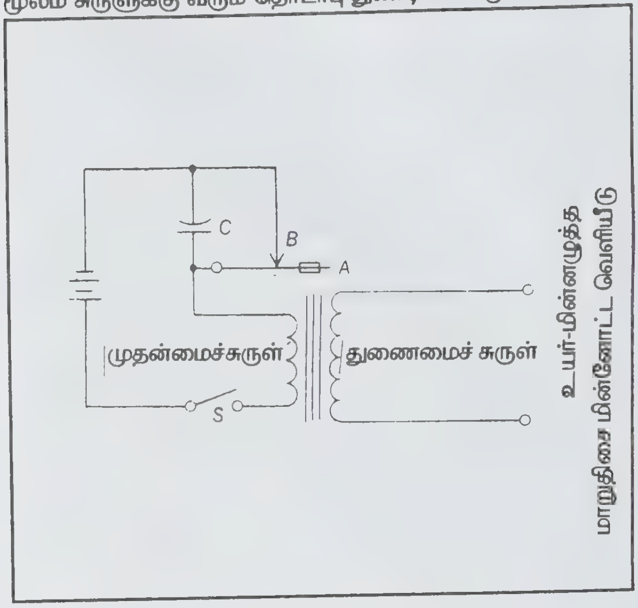
- இரா.நடராசன்

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தூண்டச் சுருள்

மின்னியல் மாற்றத்தாலோ காந்தப்புல மாற்றத்தாலோ காந்தப்பாயம் மாறுவதால் மின்னோட்டம் தூண்டப்படும் சுருள்களே தூண்டச்சுருள் (induction coil) ஆகும். இச்சுருளின் மூலம் குறைந்த-மின்னழுத்த நேர் மின்னோட்டத்திலிருந்து ஓர் உயர்-மின்னழுத்த மாறுதிசை மின்னோட்டத்தையோ உயர்-மின்னழுத்தத் துடிப்புகளையோ உண்டாக்கலாம். தற்காலத்தில் தானியங்கிப் பொறிகள் போன்ற உட்கனல் பொறிகளின் தீப்பற்று இயக்கத்தில் இச்சுருள்கள் பயன்படுகின்றன.

இரும்பு உள்ளகத்தின் மேல் முதன்மைச் சுருள் சுற்றப்பட்டிருக்கும். முதன்மைச்சுருளில் சில சுற்றுகளே காணப்படும். முதன்மைச் சுருளின் மேல் சுற்றப்பட்ட துணைமைச் சுருள்களில் பல சுற்றுகள் காணப்படும். இணைப்பு மாற்றி S-ஐ மூடியனால், இரும்பு உள்ளகம் காந்தமாக்கப்பட்டு மின்னகம் A-ஐ ஈர்க்கும். இதனால் மின்னகம், சந்தி B ஆகியவற்றின் மூலம் சுருளுக்கு வரும் தொடர்பு துண்டிக்கப்படும்.

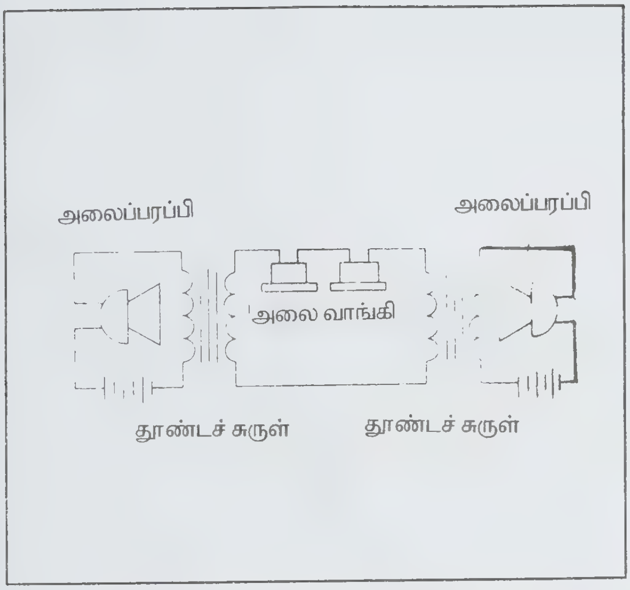


படம் 1. தூண்டச் சுருள்

ஒரு சுருள்வில் மூலம் மின்னகம் அதன் இயல்பு நிலையை அடையும். பின் மீண்டும் சந்தி B-வுடன் தொடர்பு கொள்ளும். இச்செயல்பாடு மீண்டும் மீண்டும் விரைவாக நிகழ்த்தப்படும். முதன்மைச் சுருளில் மின்னோட்டம் பாயும்போது ஒரு காந்தப்புலம் உண்டாகும். A, B ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்பு துண்டிக்கப்பட்டால், காந்தப்புலம் சிதைந்து துணைமைச் சுருளில் ஓர் உயர் மின்னழுத்தத்தைத் தூண்டும்.

முறிப்பான் தொடர்புகளுக்கு (breaker points) இடையே மின்தேக்கி C இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் தொடர்புகள் திறக்கும்போது உண்டாகும் தீப்பொறிகளின் அளவு குறைக்கப்படும். காந்தப்புலம் சிதைவுறுவதால் முதன்மைச் சுருளில் மின்னழுத்தம் தூண்டப்படும். இம்மின்னழுத்தமே தீப்பொறியை உண்டாக்கும். காந்தப்புலத்தின் ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மின்தேக்கியில் நிலைமின் ஆற்றலாக மாறும்.

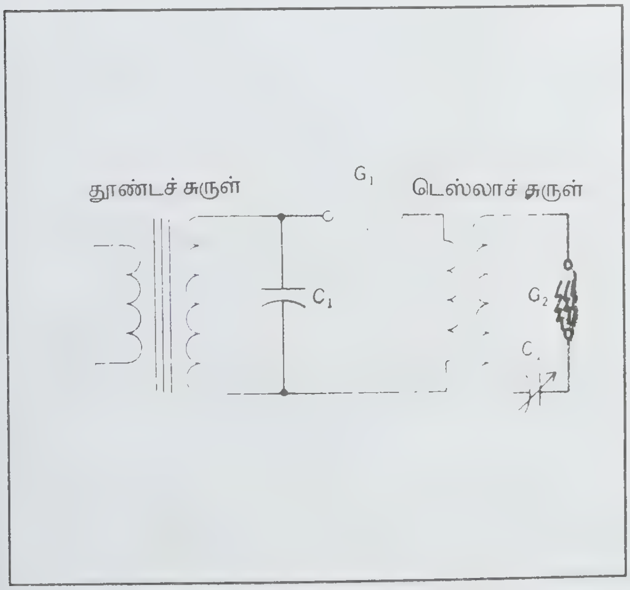
தொலைபேசிச் சுற்றுகளில் அலைப்பரப்பியிலிருந்து வரும் மினனழுத்தத்தை மிகுதியாகவும் தொடரின் மின்மறிப்பை இணையாக்கவும் தூண்டச் சுருள்கள் பயன்படுகின்றன. சுற்றிலுள்ள நேர் மின்னோட்டம் பேச்சு அதிர்வெண்களில் (speech frequencies) அளவில் மாறுபடும். எனவே எவ்விதத் தடுப்புத் தொடர்புகளும் (interruptor contacts) தேவையில்லை. மின்கலத்தையும் முதன்மைச் சுருளையும் படம் 2இல் உள்ளமைபோல் அலைப்பரப்பியுடன் தொடரில் இணைக்க வேண்டும். இச்சுற்று தேவையான மின்கல மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கும்.



படம் 2. தொலைபேசிச் சுற்றிலுள்ள தூண்டச் சுருள்கள்

எதிர்வினைப்பி என்னும் தூண்டச் சுருள் குறிப்பிட்ட மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்த வீழ்ச்சியை உண்டாக்கும் ஓர் ஒற்றை-சுருணை மின்மாற்றியே ஆகும்.

1892 ஆம் ஆண்டு நிக்கோலா டெஸ்லா என்பார் மீவுயர் அதிர்வெண்களுடைய மின்னோட்டங்களையும் மின்னழுத்தங்களையும் உண்டாக்க ஒருவகைத் தூண்டச் சுருளைப் பயன்படுத்தினார். ஒரு லெய்டன் ஜாடியின் அலைவுறும் வெளியீட்டைத் தடுப்பியாகப் பயன்படுத்தினார். தூண்டச் சுருளில் துணைமைச் சுருளின் ஒரு மின்முனை காப்பிடப்பட்ட லெய்டன் ஜாடி C_1 - இன் உட்பூச்சுடனும் பிறிதொன்று வெளிப்பூச்சுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 3. டெஸ்லாச் சுருளின் சுற்றுவழி வரைபடம்

இச்சுற்று டெஸ்லாச் சுருளின் முதன்மைச் சுருள், முதன்மை இடைவெளி G_1 ஆகியவற்றுடன் முடிவடையும். மிகு அதிர்வெண் அலைதல் உற்பத்தியில் சுருள்களும் லெய்டன் ஜாடியும் ஓர் ஒத்ததிர்வுச் சுற்றாகச் செயல்படும். டெஸ்லாச் சுருளின் முதன்மைச் சுருளில் ஒரு காந்தமற்ற உள்ளகத்தின் மேல் 6 கம்பிகள் சுற்றப்பட்டிருக்கும். இரு சுருள்களும் காற்று, எண்ணெய் இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றை மின்காப்பியாகக் கொண்டு பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

- இரா.இந்து

தூண்டம் அளத்தல்

இது ஒரு மின்சுற்றின் மின்காந்தப் பண்பான தன் தூண்டம் மற்றும் பிறிதின் மதிப்புகளைக் காணும் முறையாகும். தன் தூண்டம், பிற தூண்டம் ஆகியவற்றை அளவிடுவதற்கு பல சிறப்பான முறைகள் உள்ளன.

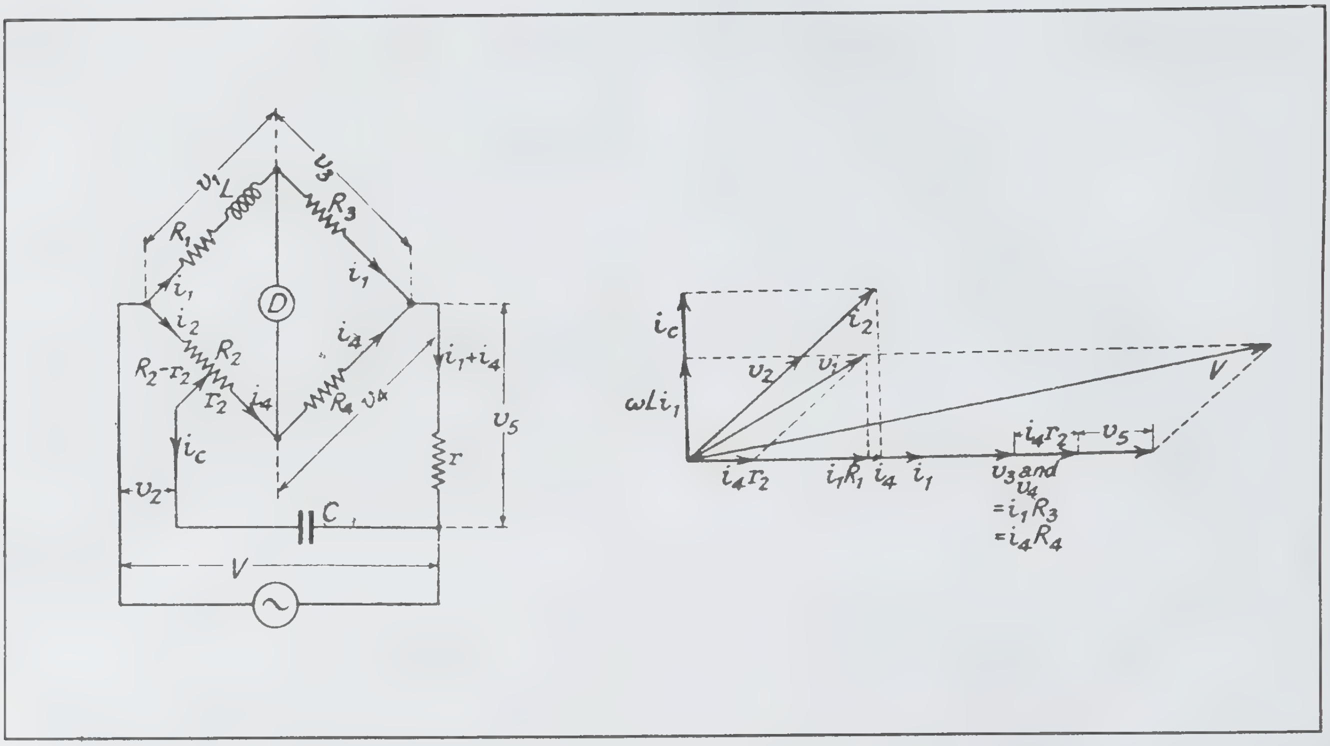
அம்மீட்டர் - ஓல்ட் மீட்டர் முறையின் மூலம் 50-500 மில்லி ஹென்றி வரை மதிப்புடைய தூண்டங்களை அளவிடலாம். மின்னழுத்த நிலை அளவி மற்றும் மூன்று வோல்ட் மீட்டர், மூன்று அம்மீட்டர் ஆகிய தன் தூண்டத்தை அளவிடலாம். ஆனால் இம்முறைகள் துல்லியமானவை அல்ல.

தன்தூண்டம் மற்றும் பிறிதின் தூண்டம் ஆகியவற்றை அளவிடுதற்குத் துல்லியமான முறைகள் மாறு மின்னோட்டச் சமனிகளைப் பயன்படுத்தும் முறைகளே. மேக்ஸ்வெல் சமனி, ஆன்டர்சன் சமனி ஆகியவை முன்னரே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

குறிப்பிட்ட தன் தூண்டத்தை அளவிடும் முறை தூண்டத்தின் மதிப்பு, அதன் தூண்டம் மற்றும் தடைக்குள்ள விகிதம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது.

பட்டர்வொர்த் முறை. சிறிய தூண்டங்களை அளவிடுதற்கு இம்முறை ஏற்றதாகும். இதன் சுற்றிணைப்புக்களும், திசையன் படமும் படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

நிலையான மின்னோட்டத்திற்கான தடைச் சமன் R_1 மற்றும் R_4 - ஐ மாற்றுவதன் மூலம் அடையப்படக்கூடும். தூண்டச் சமன் r மற்றும் நகர் கம்பியின் மூலம் அடையப்படும்.



படம் 1. பட்டர்வொர்த் முறை

L - அளக்கப்பட வேண்டிய தன்தூண்டம்,
R_2 - நகரும் கம்பி
C - நிலையான செந்தர மின்தேக்கு
R_3, R_4, r - தூண்டமற்ற தடைகள்

சமச்சீர் நிலையில் $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$,

$$L = \frac{(R_2 - r_2)}{R_4}[(R_3 + R_4)r + R_3(R_4 + r_2)]C$$

ஹேயின் முறை. உயர் மதிப்புள்ள தூண்டங்களை அளப்பதற்கு இம்முறை ஏற்றதாகும். இதற்காக சுற்றிணைப்பு படமும் திசையன் படமும் படம் 2(ஆ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. 'L' என்பது அளக்கப்பட வேண்டிய தன் தூண்டம் 'R' என்பது அதன் தடை; 'c'என்பது மாறுபடுத்தக்கூடிய நியமசெந்தர மின்தேக்கி; R_2, R_3, R_4 ஆகியவை தூண்டமற்ற தடைகள்; C, R_4 மற்றும் R_2 ஐ மாற்றுவதன் மூலம் சமன் அடையலாம்.

சமச்சீர் நிலையில்

$$R_3 i_1 = \left(R_4 - \frac{j}{wC}\right)i_2$$

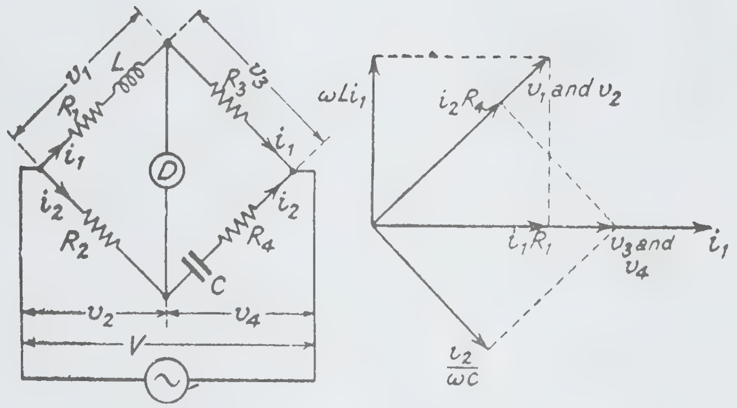
$$L = \frac{R_2 R_3 C}{1 + w^2 R_4^2 C^2}$$

$$R_1 = \frac{R_2 R_3 R_4 w^2 C^2}{1 + w^2 R_4^2 C^2}$$

அலைவெண் சரியாக அளவிடப்பட வேண்டும்.

ஹேயின் சமனியின் மூலம், நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் மாறுமின்னோட்டம் இரண்டும் பாயும் இரும்பு உள்ளகங்களின் தன்தூண்டத்தையும் அளவிடலாம்.

படம் 3 இல் இதற்கான ஏற்பாடு காட்டப்பட்டுள்ளது. தேவையான மதிப்பிற்குமே சரி செய்யப்படும் நேர் மின்னோட்டம் R_1, L மற்றும் R_3 ஆகியவற்றின் மூலமே செல்லும். வேறுபாதைகளின் வழியாகச் செல்வதைக் மின்தேக்கிகள் தடுக்கின்றன. சுருள் 'L' வழியாகச் செல்லும் மாறுமின்னோட்டத்தின் அளவு C_2 மற்றும் r_2 ஆல் சீர்

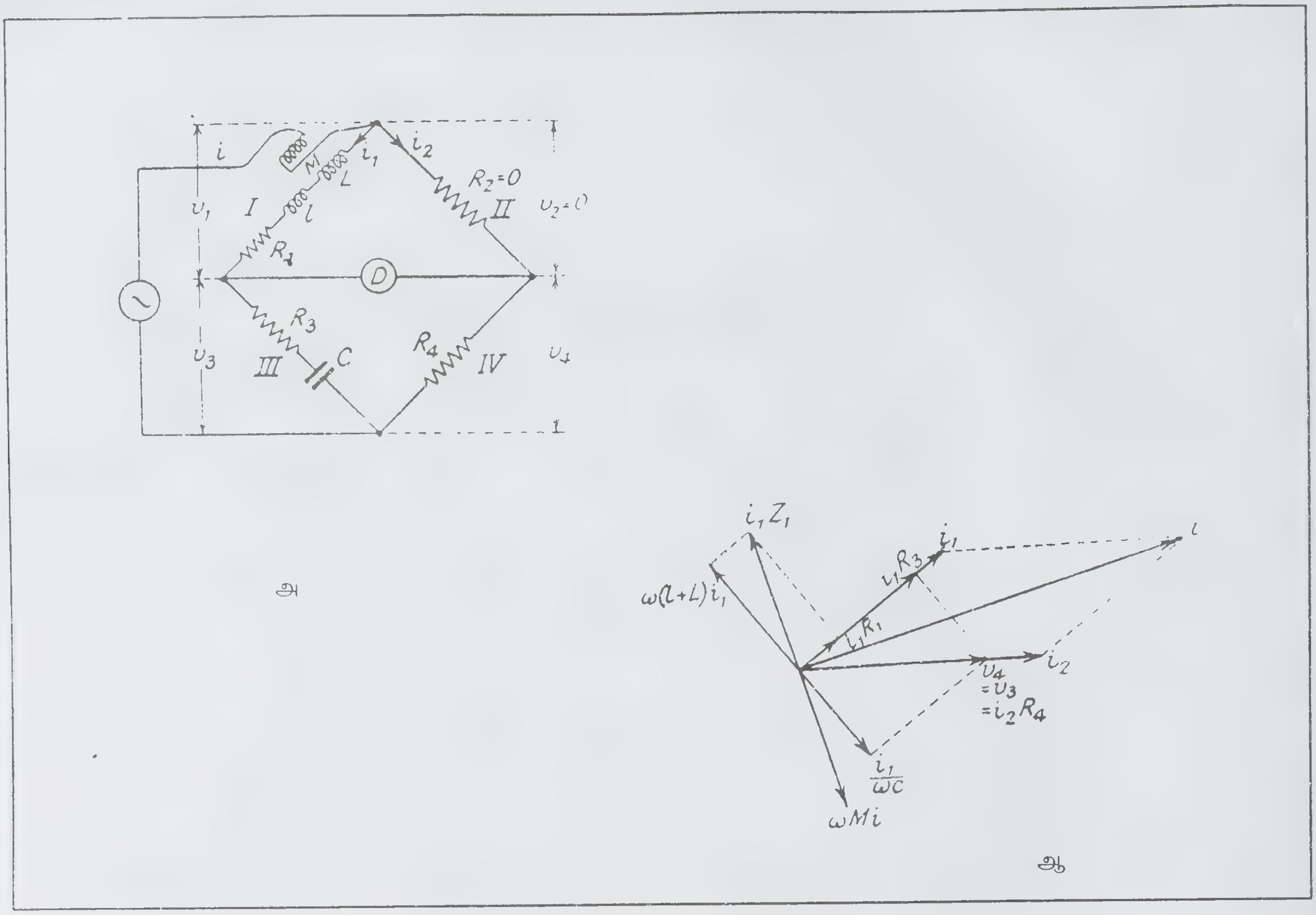


படம் 2 - ஹேயின் முறை

செய்யப்படுகிறது. சமனிச் சமச்சீர் நிலையில் இருக்கும்போது R_2 - இன் பக்கவாட்டில் இணைக்கப்படும், மின்நிலைம வோல்ட் உதவியால் இம்மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது. R_1, L குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டை இந்த அளவு தருகிறது. சமனி இறுதியாகச் சமன் செய்யப்படுமுன் வோல்ட் அளவி அகற்றப்படுகிறது. தேவையான உணர்மை பெற 'D' ஓர் அதிர்வு கால்வனாமீட்டர் கொண்டமையும். அது ஒரு ஏற்றுமின்மாற்றியால் மின்சாரம் பெறும். C_3 இம்மின்மாற்றியை ஒத்திசைக்குமாறு சீர் செய்யப்படும். C_1 என்பது பெரிய மின்தேக்கி; அதன் மூலம் சமனியின் ஒரு மூலை நில இணைப்பு செய்யப்படுகிறது. நேர் மின்னோட்டத்தின் ஒரு பாகம் நேரடியாக நில இணைப்பு செய்யப்படுவதை இது தவிர்க்கிறது. நேர் மின்னோட்டமும் மாறு மின்னோட்டமும் தேவையான மதிப்புகளுக்குச் சரி செய்யப்பட்ட பின்னர் வழக்கமான முறைகளில் சமனி சமச்சீர் செய்யப்படுகிறது.

பிறிதின் தூண்டத்தை அளவிடுதல். பிறிதின் தூண்டத்தை அளவிடுதற்கு அம்மீட்டர் முறை, ஃபெலிசி முறை, கால்வனாமீட்டர் முறை, மேக்ஸ்வெல் முறை, காம்ப்பெல் முறை, ஹெய்ட் வீலர், மாற்றிய கேரிஃபாஸ்டர் முறை என்று பலமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. ஹெய்ட்வீலர் மாற்றிய கேரிஃபாஸ்டர் முறையை காணலாம்.

இம்முறைக்கேற்ற இணைப்புகளின் படம், 4அ, ஆக்களில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரண்டாம் சுருளில் L தன்தூண்டம் உள்ள அளக்கப்பட வேண்டிய பிற தூண்டம் M சமன் அடைய தேவைப்படும் கூடுதல் தூண்டம் ℓc என்பது செந்தர மின்தேக்கி R_3 மற்றும் R_4 தூண்டமற்ற தடைகள் R_1 புயம் ஒன்றின் மொத்தத்தடை. இம்முறையில் தடை R_2இன் மதிப்பு சுழியாகும். அப்போது R_4 நேரடியாக மின் மூலத்தோடு இணைக்கப்படுகிறது. ஆகவே R_4 தூண்டமற்ற எண்ணெயால் குளிர்வு பெறும் செந்தரத் தடையாகும். R_3, R_4 மற்றும் C - ஐ மாற்றிச் சமச்சீர் அடையலாம். புயம் 1இல் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம் அப்பகுதியில் மின்னோட்டம் i ஆல் ஏற்படுத்தப்படும் மின்னழுத்தக்குறைவை நடுநிலைப்படுத்தும். $R_2 = 0$ எனில் I பிரிவில் அழுத்தக்குறைவும் சுழியானால் தான் சமனியில் சமச்சீர் கிடைக்கும்.



படம் 3. ஹெய்ட் வீலர் மாற்றிய கேரிஃபாஸ்டர் முறை

சமச்சீர் நிலையில்

$i_1[(R_1 + jw(i + L)] = jwMi = i_2R_2$

$i = i_1 + i_2$ ஆகவே

$i_1 (R_1 + jw (i + L) - jwM) = i_2 = [R_2 + jwM]$

மேலும் $i_1\left[R_2 - \frac{j}{wc}\right] = i_2R_4$

இறுதியாக $(\ell + L) = M\left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)$ என்று பெறலாம்.

ஆகவே இச்சமன்பாட்டின் மூலம் பிறிதின் தூண்டத்தின் மதிப்பினைப் பெறலாம்.

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தூண்டல், காந்த

ஒரு காந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் காந்தத் தன்மையை உணர முடிந்தால் அங்குக் காந்தத் தூண்டல் (magnetic induction) அமைந்துள்ளது எனலாம். சான்றாக, ஒரு காந்தத்தின் பக்கத்தில் ஒரு தேனிரும்பு ஆணியைக் கொண்டு சென்றால் காந்தத் தூண்டலின் காரணமாகத் தேனிரும்பு ஆணி தற்காலிகக் காந்தமாகிறது. மேலும், சில தேனிரும்பு ஆணிகளை ஒன்று சேர்த்து அவற்றைக் காப்பிடப்பட்ட மின் கடத்தியால் பலமுறை சுற்றிக் கடத்தியில் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கினால் அவ்வாணிகள் காந்தத் தன்மை பெறுதலைக் காணலாம். இதுவும் காந்தத் தூண்டலாலேயே நிகழ்கிறது. ஆணியிலுள்ள ஒவ்வோர் அணுவும் ஒரு மிகச்சிறிய சுழல் அளவிக்குச் (gyroscope) சமமானது. காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படுகையில் அவற்றினுள் அச்சுச்சுழற்சி (precession) உண்டாக்கப்படுகிறது. அதாவது உலோகம் காந்தத் தூண்டுதல் பெற்று வருகிறது. காந்தத் தூண்டுதலின்

அளவு மிகும்போது அச்சுழற்றி எண்ணும் மிகுவதாகக் காணப்பட்டுள்ளது.

காந்தத் தூண்டல் - மின்னோட்ட முறை

காந்தப்பாயச் செறிவு (magnetic flux density). பொதுவாக ஒரு மின்னோட்டம் தாங்கிய மின்கடத்தியைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் காந்தப்புலம் (magnetic field) அமைந்துள்ளது. இப்புலத்தை விளக்க $\vec{B}$ என்னும் காந்தத் தூண்டல் திசையன் பயன்படுகிறது. காந்தப்புலத்தைக் காந்தத் தூண்டல் கோடுகளால் நிரப்பப்பட்ட வெளி எனலாம். காந்தத்தூண்டல் கோடுகள் வளைகோடுகளாகவே இருக்கின்றன. ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் காந்தப்புலத்தின் திசையைக் காணவேண்டுமாயின் அப்புள்ளி எந்தெந்த வளைகோட்டில் அமைகிறதோ அக்கோட்டிற்கு அப்புள்ளியில் வரையப்படும் தொடுகோட்டின் திசையை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். காந்தப்புலத்திற்குச் செங்குத்தாகக் கருதப்படும் ஓரலகு பரப்பு வழியாகச் செல்லும் காந்தத் தூண்டல் கோடுகளின் எண்ணிக்கை காந்தத் தூண்டலின் அளவைக் குறிக்கிறது. A எனும் பரப்பு வழியாக ϕ காந்தத் தூண்டல் கோடுகள் செல்வனவாகயிருந்தால்,

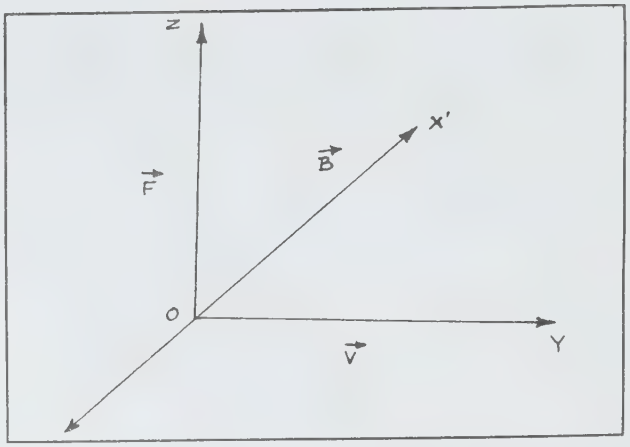
$$B = \left|\vec{B}\right| = \frac{\phi}{A}$$

என எழுதலாம். காந்தப்புலத்தின் திசை கருதியுள்ள பரப்போடு θ என்னும் கோணத்தை உருவாக்குவதாக விருந்தால்,

$$\phi = \int B\cos\theta \, dA = \int \vec{B} . d\vec{A}$$

என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் அப்பரப்புவழிச் செல்லும் காந்தப் பாயத்தை விளக்கலாம். எனவே காந்தத்தூண்டலின் அளவைக் காந்தப்பாயச் செறிவு எனவும் குறிப்பிடலாம்.

ஆம்பியர் ஆய்வு. 1880இல் ஆம்பியர் எனும் அறிவியலார் தம் ஆய்வு மூலம் ஒரு மாபெரும் உண்மையைக் கண்டறிந்தார். அடுத்தடுத்து இணையாக அமைக்கப்பட்ட கடத்திகளில் ஒரே திசையில் மின்சாரம் செல்லும்போது கடத்திகள் ஒன்றுக்கொன்று விலக்கமடைவதையும், எதிர்த்திசைகளில் மின்சாரம் செல்லும்போது கவர்ச்சி யடைவதையும் அறிந்தார். இவ்விரு கடத்திகளுள் ஏதேனும் ஒன்றிற்குப் பதிலாக எலெக்ட்ரான் கற்றையை அனுப்பும்போதும் முன்சொன்ன விளைவுகள் நிகழ்வனவாகக் காணப்பட்டுள்ளது. அதாவது மின் கடத்தியைச் சுற்றி உருவாகும் காந்தப்புலனாலேயே (கடத்திகள்) விலக்கமடையவோ கவர்ச்சியடையவோ செய்தன எனும் உண்மை தெளிவாகிறது.



படம் 1

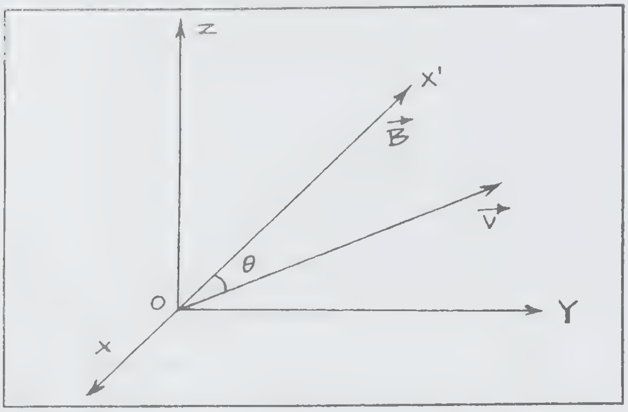
ஒரு காந்தப் புலனில் ஒரு நேர்மின்துகள் செல்லும்போது ஏற்படும் விளைவு படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. காந்தத் தூண்டல் OX' திசையில் உள்ளதாகவும் q, அலகுகள் மின்னூட்டம் (charge) கொண்ட ஓர் நேர்மின் துகள் $\vec{v}$ எனும் திசைவேகத்தில் OY திசையில் செல்வதாகவும் கொள்ளலாம். இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான திசைகளில் அமைந்துள்ளன. இந்நிலையில் நேர்மின்துகளின் மேல் OZ எனும் திசையில் ஒரு விசை செயல்படும். விசையில் அளவை F எனக் கொண்டால்

$$F = qvB$$

எனலாம். இவ்விசையின் திசையை ஃபிளெமிங்கின் இடக் கை விதி (Flemming's left hand rule) மூலம் அறியலாம். அதன்படி, இடக் கையின் பெருவிரல் மற்றும் முதல் இரண்டு விரல்களையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மூன்று திசைகளில் நீட்டுவதைக் கருதலாம் (படம் 2) .

படம் 2

முதல் விரல் காந்தத் தூண்டலின் திசையையும் இரண்டாம் விரல் மின்துகள் செல்லும் திசையையும் காட்டுவதாகவிருந்தால் பெருவிரல் காட்டும் திசை, விசை செயல்படும் திசையாகும்.



படம் 3

பொதுவாக, நேர்மின்துகள் செல்லும் திசைக்கும் காந்தத் தூண்டலின் திசைக்குமிடையே θ எனும் கோணம் அமைந்திருந்தால் (படம் 3) அங்கு உருவாகின்ற விசையின் அளவை

$$F = qvB \sin\theta$$

எனலாம். $\theta = 0$ எனில் $F=0$ ஆகும். அதாவது மின்துகள் செல்லும் திசை, காந்தத்தூண்டலின் திசையோடு ஒன்றி விடும்போது இவற்றிற்கிடையில் விசை உருவாகுவதில்லை.

$\vec{F}$, $\vec{v}$, $\vec{B}$ முதலியன முறையே விசை, மின்துகளின் வேகம், காந்தத்தூண்டல் ஆகியவற்றைக் குறிக்கும் திசையன்களாயின

$$\vec{F} = \left(\vec{v} \times \vec{B}\right)$$

எனக் குறிக்கலாம். இச்சமன்பாடு விசையின் அளவையும் திசையையும் தெளிவாகத் தருகிறது.

காந்தத்தூண்டல் $\vec{B}$ இன் அலகு mks முறையில் நியூட்டன் நொடி$^{-1}$ கூலும்$^{-1}$ மீட்டர்$^{-1}$ ஆகும். இதை டெஸ்லா அல்லது வெபர் மீட்டர்$^{-2}$ என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு. அதாவது ஒரு டெஸ்லா என்பது ஒரு நியூட்டன் ஆம்பியர்$^{-1}$ மீட்டர்$^{-1}$ என்னும் அலகிற்கு இணையானது.

$\vec{F}$ என்னும் விசை $\vec{v}$, $\vec{B}$ ஆகியவற்றிற்குச் செங்குத்தாக எப்போதும் உள்ளமையால் காந்தப்புலத்தினால் மின்துகளின் மீது செய்யப்பட்ட வேலை சுழியாகிறது. எனவே, நிலையான ஒரு காந்தப்புலன் மின்துகளின் திசையை மட்டும் மாற்றுமே தவிர அதன் இயங்கு ஆற்றலில் மாற்றம் ஏற்படுத்தாது என்னும் உண்மை இங்கு நினைவுகூரத்தக்கது.

காந்தப்பாயத்தை அளத்தல். காந்தத் தூண்டலைப் பயாட்-சேவாட் விதியினைப் (Biot-Savart rule) பயன்படுத்திக் காணலாம். படம் 4இல் காட்டப்பட்டுள்ள ℓ என்னும் நீளமுடைய மிகச் சிறிய மின் கடத்தியில் I எனும் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதாகக் கொள்ளலாம். P, P' ஆகிய புள்ளிகளில் காந்தத்தூண்டலை அளவிடலாம்.

$OP = x = OP'$ எனலாம்.

மேலும் OPஉம் OP'உம் கொடுக்கப்பட்ட மின் கடத்தியோடு θ எனும் கோணத்தை உருவாக்குகின்றன.

பயாட்-சேவாட் விதிப்படி, காந்தத் தூண்டல் கடத்தியில் செல்லும் மின்னோட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும் அமையும். அதாவது,

$$B \propto I$$

$$B \propto \frac{1}{x^2}$$

$$B \propto \ell \sin\theta$$

என்னும் முறையில் அமையும். இதனை

$$B \propto \frac{I\ell\sin\theta}{x^2}$$

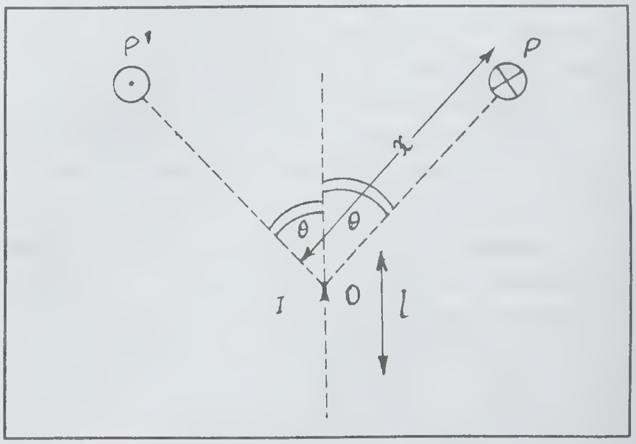
என்று இணைத்து எழுதலாம்.

$$B \propto \frac{I\ell\sin\theta}{x^2}$$

எனவே $B = \dfrac{kI\ell\sin\theta}{x^2}$

இங்கு $K = \dfrac{\mu_0}{4\pi}$

இங்கு μ_0 என்பது தனி உட்புகுதிறன் (absolute permeability) ஆகும். $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$வெபர் ஆம்பியர்$^{-1}$ மீட்டர்$^{-1}$ ஆகும்.



படம் 4

காகிதத்தின் உள்நோக்கிச் செல்லும் திசையையும், எனும் அடையாளம் காகிதத்திற்குச் செங்குத்தாக ஆனால் காகிதத்தின் வெளிப்புறமாகச் செல்லும் திசையையும் காட்டும். $\vec{B}$ ஐ,

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I(\vec{\ell} \times \vec{x})}{x^2}$$ எனக் குறிக்கலாம்.

இச்சமன்பாட்டை,

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I(\vec{\ell} \times \vec{x})}{x^3} = \frac{\mu_0 I(\vec{\ell} \times \vec{x})}{\pi 4 x^3}$$ எனவும் எழுதலாம்.

ℓ நீளங்கொண்ட ஒரு மின்கடத்தி n சுற்றுகள் கொண்ட வட்ட வடிவச் சுருளாக மாற்றப்பட்டால் வட்ட மையத்தில் உருவாகும் காந்தத் தூண்டலின் அளவு

$|\vec{B}|$ ஐக் கீழ்க்காணும் முறையில் காணலாம்.

$$|\vec{B}| = B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\ell \sin\theta}{x^2}$$

இங்கு $x = r, \ell = n2\pi r, \theta = 90^\circ$

எனவே, $$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{In2\pi r \sin 90}{r^2}$$

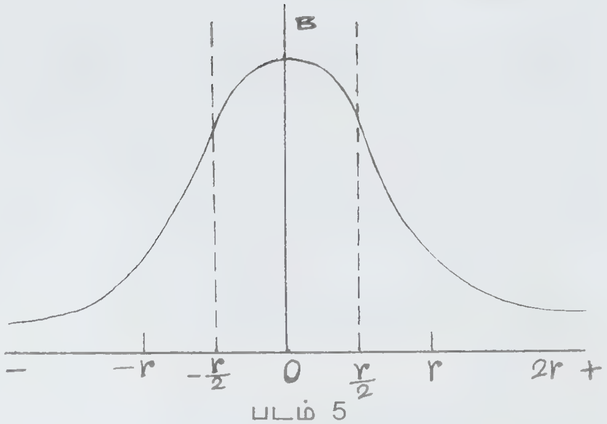
அதாவது, $$B = \frac{\mu_0 In}{2r}$$

மேலும், கொடுக்கப்பட்ட மின் கடத்தி நேராகவும் அளவிலா நீளத்துடனும் இருந்தால், கடத்தியிலிருந்து r அலகுகள் தொலைவில் அமைந்த ஒரு புள்ளியிலுள்ள காந்தத் தூண்டல் $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ எனலாம்.

முன்சொன்ன வட்ட வடிவச் சுருளின் அச்சில் x என்னும் தொலைவில் அமைந்த ஒரு புள்ளியிலுள்ள காந்தத் தூண்டலின் அளவை,

$$B = \frac{\mu_0 n I r^2}{2(x^2 + r^2)^{3/2}}$$

எனும் சமன்பாடு மூலம் காணலாம். xஇன் வெவ்வேறு அளவுகளோடு B மாறும் விதம் படம் 5இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் P என்பது இனங்காப்புள்ளி (point of inflexion) ஆகும். $\frac{d^2B}{dx^2}$ எனச் சமன்படுத்தும்போது $X = \frac{r}{2}$ என்றாகிறது. அதாவது,

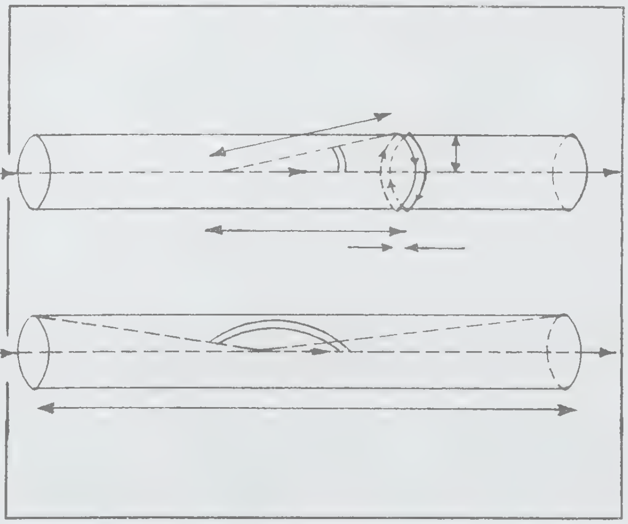


படம் 5

P க்கு அப்பாலுள்ள பகுதிகளில் B ஆனது x உடன் தலைகீழ் விகிதத்தில் ஒரே சீராக மாறுகிறது என்பது பொருளாகும். எனவே இரண்டு ஒரே வகைக் கம்பிச் சுருள்களை அவற்றின் ஆரத்திற்குச் சமமான அளவு இடைவெளிவிட்டு ஒரு பொது அச்சில் பொருத்தினால் இவ்விரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட பகுதியிலுள்ள காந்தப்புலம் ஒரே சீராக இருக்கும் என்பதை உணரலாம். இவ்வித அமைப்பை ஹெல்ம்ஹோல்ட் சுருளமைப்பு (Helmholtz system of coils) என்பர். காண்க: ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் சுற்றுக்கள்.

ஒரு நீள உள்ளீடற்ற உருளையின் மேல் மின் கடத்தியைச் சீராகச் சுற்றும்போது கிடைக்கும் அமைப்பை வரிச்சுருள் (solenoid) எனலாம். n சுற்றுகள் கொண்ட நீளம் r ஆரம் உடைய ஒரு வரிச்சுருளின் அச்சில் அமையும் காந்தத் தூண்டலின் அளவை

$$B = \frac{u_o n I}{2\ell} (\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$$



படம் 6

எனும் சமன்பாடு தருகிறது. இங்கு θ_1, θ_2 எனும் இரு கோணங்களும் படம் 6இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன. வரிச்சுருள் மிக்க நீளமுடையதாயின் $\theta_1 = 180^\circ, \theta_2 = 0^\circ$ எனலாம்.

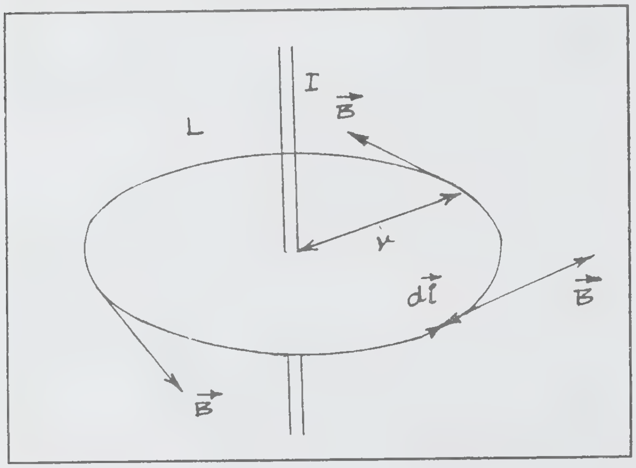
$$B = \frac{\mu_0 nI}{\ell}$$

என்னும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி நீள வரிச்சுருளின் அச்சிலமைந்த காந்தத் தூண்டலைக் காணலாம்.

ஆம்பியரும் காந்தத்தூண்டலும். Bஇன் அளவை ஆம்பியர் தேற்றத்தின் (Ampere's theorem) மூலமும் காணலாம். I எனும் மின்னோட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்லும் ஓர் மின் கடத்தியைச் சுற்றி r ஆரமுடைய ஓர் வட்டத்தைக் கருதலாம். இவ்வட்டம் $d\ell$ என்னும் பல நுண் நீளங்களாக ஆக்கப்பட்டதாகக் கொள்ளலாம். மின் கடத்தியில் செல்லும் மின்னோட்டம் காரணமாக விளையும் காந்தத்தூண்டம் B எனில், ஆம்பியர் தேற்றத்தின்படி,

$$\oint \vec{B}.\, d\vec{\ell} = \mu_0 I$$

எனும் திசையன் சமன்பாட்டை எழுதலாம்.



படம் 7

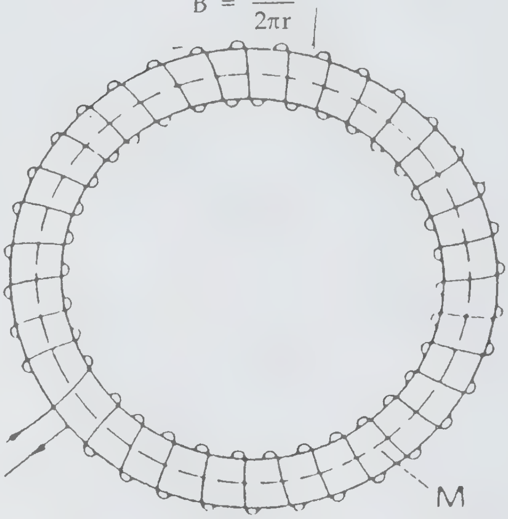
படம் 7இல் மேற்சொன்ன வட்டம் L எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. காந்தவிசைக் கோடுகள் வட்டமாக உருவாகும் காரணத்தால் $\vec{B}$ எப்போதும் L இன் தொடுகோட்டின் திசையிலேயே அமையும். மேலும் Lஇன் மேல் அனைத்து இடங்களிலும் $\vec{B}$ இன் மதிப்பு ஒரே அளவாகவிருக்கும். இவ்விதம் காணும் போது $d\ell$ எனும் நுண் நீளத்தின் திசையன் மதிப்பு dl ஆயின், $\vec{B}$, $d\ell$ இவற்றின் கிடைப்பட்ட கோணம் $\theta = 0^0$ ஆகிறது.

எனவே $\oint \vec{B}.\, d\vec{\ell} = \oint B d\vec{\ell} \cos\theta = \oint B d\vec{\ell} \cos 0 = \oint B d\vec{\ell}$

ஆம்பியர் தேற்றத்தின்படி, $\oint \vec{B}.\, d\vec{\ell} = \oint B d\vec{\ell} = \mu_0 I$

அதாவது, $B 2\pi r = \mu_0 I$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$



படம் 8இல் மின் கடத்தியால் N சுற்றுகள் சுற்றப்பட்ட M எனும் முடிவில் சுருள் (toroid) காட்டப்பட்டுள்ளது. மின் கடத்தியில் I எனும் மின்சாரம் செல்வதாகக் கொள்ளலாம்.

$$\oint \vec{B}.\, d\vec{\ell} = \oint B d\vec{\ell} = \mu_0 I$$

எனும் சமன்பாட்டை எழுதலாம். மொத்த N சுற்றுகள் கொண்ட மின் கடத்தியின் நீளம் L எனில்,

$\oint B d\vec{\ell} = N\mu_0 I$ எனலாம்.

அதாவது, $B\oint d\vec{\ell} = N\mu_0 I$

$$BL = N\mu_0 I$$

$$B = \left(\frac{N}{L}\right)\mu_0 I = n\mu_0 I \quad \text{ஆகும்.}$$

இங்கு n என்பது மீட்டர் நீளத்தில் அமைந்த சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது

காந்தப்புலச் செறிவும் ($\vec{H}$)

l நீளமுள்ள ஒரு மின்கடத்தியில் I எனும் மின்னோட்டம் ஏற்படுவதாகக் கொள்வோம். கடத்தியிலிருந்து x தூரத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியின் காந்தப் புல செறிவை

$$H = \frac{I l \sin\theta}{4\pi x^2}$$

என வரையறுக்கலாம். இங்கு θ என்பது கடத்தியையும் எடுத்துக் கொண்ட புள்ளியையும் இணைக்கும் நேர்கோட்டிற்கும் கடத்திக்கும் இடைப்பட்ட கோணமாகும். வெக்டார் முறையில்

$$\vec{H} = \frac{I}{4\pi x^3}(\vec{l} \times \vec{x})$$

எனக் குறிக்கப்படுகிறது. காந்தப் புலச் செறிவு மினகடத்தியைச் சுற்றியிருக்கும் பொருட்களின் தன்மையைப் பொறுத்தல்ல. காந்தப் புலச் செறிவை ஆம்பியர் மீட்டர் எனும் அலகால் அளக்கின்றோம்.

காந்தத் தூண்டலும் காந்தப்புலச் செறிவும்

காந்தத் தூண்டல் வெக்டாரை

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi x^3}(\vec{l} \times \vec{x})$$

என எழுதலாமென முன்பு நாம் அறிந்தோம்.

இதை $H = \frac{I}{4\pi x^3}(\vec{l} \times \vec{x})$

உடன் ஒப்பிடுகையில்

$$B = u_0 \vec{H}$$

என்பது புலனாகிறது. இச்சமன்பாடு வெற்றிடத்திற்கு மட்டுமே பொருந்தும். எனவே $\vec{B}_o = u_o\vec{H}$ எனக் குறிப்பிடலாம். ஒருபடித்தான (homogeneous) தன்மை கொண்ட ஊடகத்தினுள் மின்கடத்தி வைக்கப்படுமாயின், காந்தத்தூண்டல்

$$\vec{B} = K_m u_o \vec{H} = K_m \vec{B}_o$$

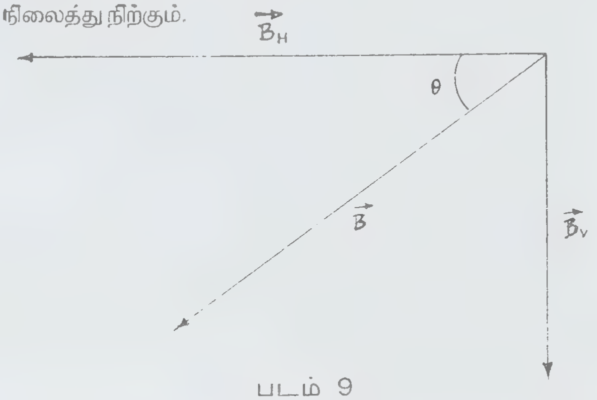
என்றாகிறது. இங்கு K_m என்பது கொடுக்கப்பட்ட ஊடகத்தின் சார்பு உட்புகுதிறன் (relative permeability) ஆகும்.

இனி மின் காந்தமாகும் தன்மையுள்ள ஊடகத்தில் மின் கடத்தி வைக்கப்படுவதாகக் கொள்ளலாம். இப்போது.

$$\vec{B} = \vec{B}_o + \vec{B}_i$$

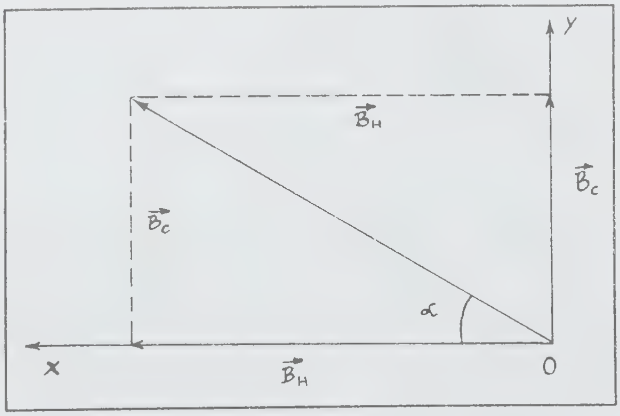
என எழுதலாம். B_0 என்பது கடத்தியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் காரணமாக ஏற்பட்ட காந்தத் தூண்டலையும் $\vec{B}_i$ என்பது காந்தமாகிக் கொண்டுவரும் ஊடகத்தினால் ஏற்படும் காந்தத் தூண்டலையும் குறிக்கின்றன.

புவியின் காந்தத் தூண்டல். புவி, ஒரு மிகப் பெரிய காந்தத்தைப் போன்றது. புவியின் மேற்பரப்பில் ஒரு காந்த ஊசியைக் கட்டித் தொங்கவிட்டால் அது தென்வடக்காக நிலைத்து நிற்கும்.



படம் 9

மேலும் கிடைமட்டத்தைப் பொறுத்தவரையில் சற்றுச் சாய்வாகவே நிற்கும். இது அப்புள்ளியில் புவியின் காந்தத் தூண்டலின் திசையாகும். படம் 9இல் காட்டியுள்ளது போல் $\vec{B}_V, \vec{B}_H$ என $\vec{B}$ ஐ இரண்டு உறுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம். B_H என்பது கிடைமட்டத்திற்கு இணையான உறுப்பைக் குறிக்கிறது. $\vec{B}_V$ என்பது கிடைமட்டத்திற்குச் செங்குத்தான உறுப்பாகும். ஒரு காந்தப் பெட்டியிலுள்ள (compass box) காந்தம் கிடைமட்டத்தில் மட்டுமே அசைய முடியுமாகையால் அக்காந்தத்தில் $\vec{B}_H$ மட்டுமே செயல்படமுடியும். எனவே காந்த ஊசி $\vec{B}_H$ இன் திசையுடன் ஒன்றி நிற்கிறது. மின்னோட்டம் தாங்கிய ஒரு கம்பிச்சுருள் காந்தப் பெட்டியின் பக்கத்தில் கொண்டு வரப்படுவதாகக் கொள்ளலாம். படம 10இல் கம்பிச்சுருள் கொடுக்கும் காந்தத் தூண்டல் B_c ஆனது காந்த ஊசியின் மேல் L எனும் விலக்கத்தை உருவாக்குவது காட்டப்பட்டுள்ளது.

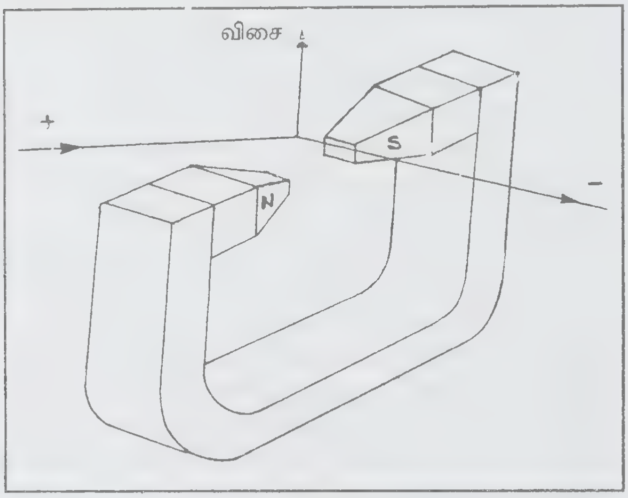


படம் 10

மேலும், $\tan\alpha = \frac{B_c}{B_H}$ என்பது இப்படம் மூலம் தெளிவாகிறது. எனவே, $B_H = \frac{B_c}{\tan\alpha}$ எனலாம். கம்பிச் சுருளின் ஆரம், சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை, மின்னோட்டம், கம்பிச் சுருளிற்கும் காந்த ஊசிக்குமிடைப்பட்ட தொலைவு, காந்த ஊசி திரும்பும் கோணம் இவற்றை அளந்து B_C, $\tan\alpha$ இவற்றை அறுதியிடலாம். பின்னர் மேற்காணும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்திப் புவியின் கிடைமட்டக் காந்தத் தூண்டலின் அளவைக் (B_H) கணிக்கலாம்.

காந்தத்தூண்டலின் விளைவுகள்

மின்னோடி விளைவு (Motor effect). ஒரு காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்ட ஒரு மின் கடத்தியில் மின்சாரம் செல்லும் போது மின் கடத்தியின் மீது ஒரு விசை செயல்படுகிறது. இவ்விசை மின்னோட்டத்தின் திசை, காந்தப்புலத்தின் திசை இவ்விரண்டிற்கும் செங்குத்தாக அமைகிறது.



படம் 11

படம் 11இல் லாடக் காந்தத்தின் முனைகளுக்கிடையில் வைக்கப்பட்டுள்ள மின் கடத்தியில் மின்சாரம் செலுத்தப்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது. அம்புக்குறி காட்டும் திசையில் விசை செயல்படுவதைக் காணலாம். விசையை F எனக் கொண்டால்,

$$F = BI\ell$$

என எழுதலாம். இங்கு B, I, ℓ என்பன முறையே காந்தத் தூண்டல், மின்னோட்டம், மின் கடத்தியின் நீளவும் இவற்றைக் குறிக்கின்றன. மின்கடத்தி காந்தப்புலனுக்குச் செங்குத்தாக அமையாமல், அப்புலனுடன் θ எனும் கோணத்தை உருவாக்கினால் மின் கடத்தி பெறும் விசையை

$$F = BI\ell \sin\theta$$

எனக் குறிக்கலாம். இதிலிருந்து காந்தத்தூண்டலை,

$$B = \frac{F}{I\ell\sin\theta}$$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

மேற்கூறிய சமன்பாட்டிலிருந்து காந்தத்தூண்டலுக்கு நியூட்டன் ஆம்பியர்$^{-1}$ மீட்டர்$^{-1}$ என முன்பு கூறிய அலகு தெளிவாகிறது.

மின்னோட்டம் என்பது மின் துகள்களின் அசைவாகும். காந்தப்புலத்தினுள் வைக்கப்பட்ட மின் கடத்தியில் மின்சாரத்தைச் செலுத்துகையில் விசை ஏற்படுகிறது. எனவே இவ்விசையைக் கடத்தியிலுள்ள மின்துகள்களின் மேல் செயல்படும் விசை எனவும் கருதலாம். கடத்தியின் வெட்டு முகப்பரப்பு A ச.மீ., 1க.மீட்டரில் அடங்கியிருக்கும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை n, அவற்றின் சராசரி வேகம் v, ஒவ்வோர் எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டம் e எனக் கொண்டால் மின்னோட்டத்தை, $I = nA\vartheta e$ என எழுதலாம். Iஇன் மதிப்பை $F = BI\ell \sin\theta$ எனும் முன்சொன்ன சமன்பாட்டில் பதிலிடுகையில், $F = BnA\vartheta e\ell \sin\theta$ ஆகிறது.

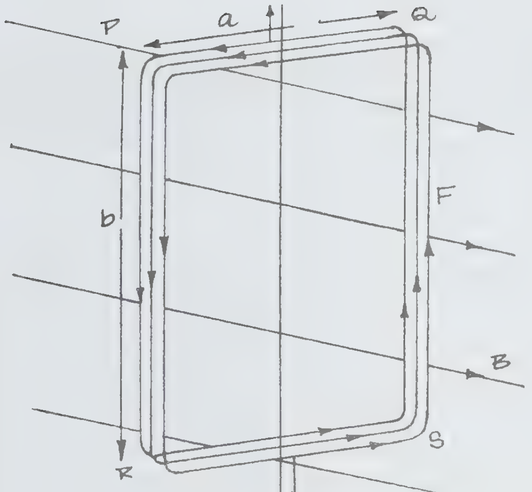
எனவே ஒரு மின்துகளின் மீதுள்ள விசை $f = \frac{F}{nAl}$ அதாவது,

$$f = \frac{F}{nA\ell} = BeV\sin\theta$$

இவ்விளைவினை எதிர்முனைக்கதிர்க்குழல் அலை காட்டியில் (cathode ray oscilloscope) நேரடியாகக் காணலாம். எலெக்ட்ரான் கற்றை (electron beam) செல்லும் பாதைக்குச் செங்குத்தாகக் காந்தப்புலன் அமைக்கப் படுகிறது. காந்தப்புலத்தின் மாறுதலுக்குத் தகுந்தவாறு எலெக்ட்ரான் கற்றை மாறுவதைக் காணலாம்.

காந்தப்புலத்திற்குச் செல்லும் மின்துகள் விலக்கமடைகின்ற காரணத்தாலேயே, இவ்வுலகில் அனைத்து உயிரினங்களும் பாதுகாப்பாக வாழ்ந்து வருகின்றன எனலாம். சூரியக்காற்றின் (solar wind) காரணமாக வெளிவரும் மின் துகள்கள் ஆற்றல் மிகுந்தவை. இவை உயிரணுக்களை இமைப்பொழுதில் அழித்துவிடும் வல்லமை கொண்டவை. ஆனால் அவை புவியை வந்தடைவதற்கு முன்பே விண்வெளியில் புவியின் பரப்பிலிருந்து ஏறக்குறைய 800 கி.மீ. மேலேயே புவியின் காந்தத் தன்மையால் நிறுத்தி வைக்கப்படுகின்றன. அதாவது புவியின் காந்த விசைக்கோடுகளை அத்துகள்கள் எதிர்கொள்ளும்போது ஏற்படும் விசை காரணமாக அவை புவியின் பரப்பிற்கு இணையாகத் திசை திருப்பப்பட்டுப் புவியைச் சுற்றி வலம் வருகின்றன. புவியைச் சுற்றி வளையம்போல் இருப்பதை வான் ஆலன் என்பவர் கண்டறிந்தார். எனவே இவ்வளையம் வான் ஆலன் கதிர்வீச்சு வளையம் (Van Allen radiation belt) எனப்படுகிறது.

திருப்பு இரட்டை விளைவு (Couple effect). N சுற்றுகளைக் கொண்ட செவ்வக வடிவக் கம்பிச்சுருள் ஒன்று B காந்தத் தூண்டலுள்ள ஒரு காந்தப்புலனினுள் வைக்கப்படுவதாகக் கொள்ளலாம். சுருளில் I எனும் மின்னோட்டம் ஏற்படும்போது படம் 12இல் காட்டப்பட்டுள்ள அச்சை மையமாகக் கொண்டு கம்பிச்சுருள் சுழலத்



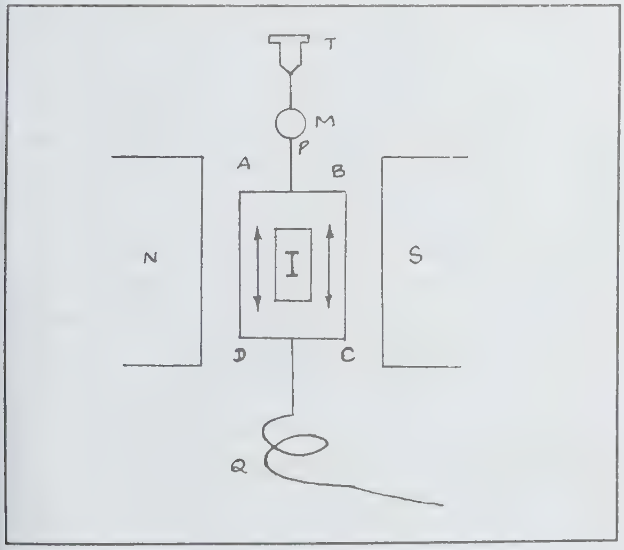
படம் 12

தொடங்குகிறது. PQ, RS எனும் இரு பக்கங்களிலும் ஏற்படும் விசைகள் சுழற்சி அச்சிற்கு இணையாக எதிர்த்திசைகளில் அமைவதால் இவை கம்பிச் சுருளில் சுழற்சியை உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால் PR, QS என்னும் பக்கங்களில் F, F எனும் சம அளவு விசைகள் எதிர்த்திசைகளில் உருவாகிச் சுருளின் சுழற்சிக்குக் காரணமாகின்றன.

கம்பிச் சுருளின் அகலத்தை a எனவும் நீளத்தை b எனவும் கொண்டால் அதன் பரப்பு A=ab என்றாகிறது. காந்தப்புலத்திற்கும் சுருளின் தளத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் θ எனில், திருப்புத்திறன் G-ஐ

$$G = BIAN \cos\theta$$

எனும் சமன்பாட்டால் காணலாம்.

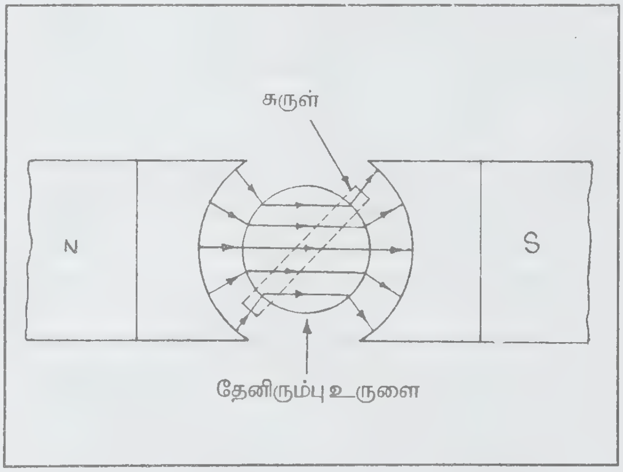


படம் 13

இத்தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி அசை சுருள் கால்வனோஅளவி (moving coil galvanometer) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ABCD என்னும் செவ்வக வடிவக் கம்பிச் சுருள் N, S என்னும் காந்த முனைகளுக்கிடையே அமைந்த காந்தப்புலத்தினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

பாஸ்.ஃ.பர் பிரான்ஸ் (phosphor-bronze) உலோக இழையினால் T எனும் திருகிலிருந்து கம்பிச்சுருள் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. உலோக இழைவழி உட்புகும் மின்சாரம் Q எனும் மெல்லிய சுருள்வில் வழியாக வெளியேறுகிறது. கம்பிச்சுருள் திரும்பும் கோணத்தை அளக்கப் பாஸ்.ஃ.பர் பிரான்ஸ் இழையின் மீது ஒரு சிறிய குழியாடி வில்லை M இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் ஏற்படும்போது கம்பிச்சுருள் திரும்பும் கோணம் 0 எனில் திருப்புத்திறனை BIAN cosθ எனலாம். இழையில் ஏற்படும் முறுக்கு (twist) இத்திருப்புத்திறனுக்குச் சமமானவுடன் கம்பிச் சுருள் சமநிலைக்கு (equilibrium) வருகிறது. C என்பது முறுக்கு மாறிலி எனின் G = cθ. எனவே,

$BIAN \cos\theta = C\theta$ என எழுதலாம்.



படம் 14

கம்பிச்சுருளின் தளம் எப்போதும் காந்தத் தூண்டலுக்கு இணையாக அமைவதன் பொருட்டுக் காந்த முனைகள் குழிவாக்கப்படுகின்றன. மேலும் நடுப்பகுதியில் தேனிரும்பாலான உருளை ஒன்று பதிக்கப்படுகின்றது. படம் 14இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு காந்தவிசைக் கோடுகள் எப்போதும் கம்பிச்சுருளின் தளத்திற்கு இணையாக அமையும் வண்ணம் உலோக உருளையினுள் புகுந்து வெளியேறுகின்றன.

காந்தத் தூண்டல்-திண்மக் காந்த முறை. ஒரு காந்தத்தின் முனைகளைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் காந்தப்

பண்பு பரவியுள்ளது. இக்காந்தப் பண்பினை உணர முடிந்த பகுதி காந்தப் புலம் எனப்படும். இப்புலத்தில் வைக்கப்படும் சில பொருள்களின் காந்தப் பண்புகள் மாற்றமுறுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி காந்தத் தூண்டலால் அமைகிறது.

காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும் அனைத்துப் பொருள்களும் காந்தப் பண்பு மாற்றம் பெறுவதில்லை. இது வைக்கப்படும் பொருளின் காந்தமேற்பும் பண்பைப் பொறுத்துள்ளது. சில பொருள்கள் காந்தப் புலத்தில் தொங்கவிடப்படும்போது காந்தப்புலத்தின் திசையோடு ஒன்றி முடிவில் காந்தமாகிவிடுகின்றன. இவை அயக்காந்தப் பொருள்கள் (ferromagnetic materials) எனப்படும். (எ.டு: இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட்). ஆனால் பிளாட்டினம், பல்லேடியம், லித்தியம், சோடியம் போன்ற பொருள்களைக் காந்தப்புலத்தில் தொங்கவிடும்போது காந்தப்புலத்தோடு ஒன்றிவிடவும், காந்தப்புலத்தின் வலிமை மிகுந்த பகுதியை நோக்கிச் செல்லவும் தொடங்கும். இவற்றைக் காந்தஈர்ப்புப் பொருள்கள் (paramagnetic materials) என்பர். இவ்விரண்டு பண்புகளிலிருந்து வேறுபட்ட சில பொருள்களும் உள்ளன. அவை துத்தநாகம், ஆன்டிமணி, கிரா∴பைட், தங்கம், பாஸ்∴பரஸ், சிலிக்கான், பிஸ்மத், காலியம் முதலியன. இவற்றைக் காந்தப்புலத்தில் தொங்கவிட்டால் காந்தப் புலத்தோடு ஒன்றுவதில்லை; ஆனால் நேர் மாறாகக் காந்தப்புலத்திற்குக் குறுக்காவே இவை நிற்கும். காந்தப் புலத்தின் வலிமை மிகுந்த பகுதிலிருந்து வலிமை குறைந்த பகுதி நோக்கிச் செல்லும். இவை காந்த விலக்கு பொருள்கள் (diamagnetic materials) எனப்படும்.

அணுவினுள் உட்கருவைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான்கள் பல்வேறு சுற்றுப்பாதைகளில் (orbits) சுழன்று வருகின்றன. ஒரு பொருள் காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்படும்போது எலெக்ட்ரான்களின் கோணத் திசை வேகம் (angular velocity) பாதிக்கப்படுகிறது. படம் 15இல் r ஆரமுள்ள வட்டப்பாதையில் $\vec{v}$ எனும் திசைவேகத்தில் சுற்றிவரும் ஓர் எலெக்ட்ரான் காட்டப்பட்டுள்ளது. எவ்வகைப் புறப் புலங்களின் செயல்பாடுகளும் இராதபோது உட்கருவிற்கும் எலெக்ட்ரானுக்கும் இடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசையை $\vec{F}_e$ எனலாம். இனி $\vec{B}$ எனும் காந்தத் தூண்டலைத் தரும் காந்தப்புலம் எலெக்ட்ரானின் வட்டப்பாதையின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படுவதாகக் கொள்ளாலம். உடனே $\vec{F}_L$ எனும் திசையில் லாரன்ஸ் விசை (Lorence Force) உண்டாகி முன்பு நிலவியிருந்த $\vec{F}e$ ஐ $\vec{F}_e - \vec{F}_L$ எனக் குறைத்துவிடுகிறது. எலெக்ட்ரான் அதன் வட்டப்பாதையிலேயே நிலைத்து நிற்கவேண்டுமெனில் உட்கரு, எலெக்ட்ரான் இவ்விரண்டிற்கு மிடைப்பட்ட கவர்ச்சி விசையும் மையவிலக்கு விசையும் (centrifugal force) சமமாக இருத்தல் வேண்டும். காந்தத் தூண்டலின் காரணமாகக் கவர்ச்சி விசை குன்றுகையில் மையவிலக்கு விசையும் தகுந்த அளவு குறைகிறது. மைய விலக்கு விசையை $F = \frac{mv^2}{r} = mrCo^2$ என்னும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம். v குறைந்தால் w எனும் கோணத்திசை வேகமும் குறையும் என்பது தெளிவாகின்றது. மேலும், எலெக்ட்ரான்களுக்குத் தற்சுழற்சி உண்டு. காந்தத் தூண்டலின் செயல்பாட்டால் சுழற்சி அச்சு திருப்பமடைகிறது. எனவே ஓர் அணுவின் காந்தத் திருப்புத்திறன் என்பது எலெக்ட்ரான், சுற்றுப்பாதை இவ்விரண்டின் திருப்புத் திறன்களின் தொகு பயனாகும். ஒரு பொருள் விலக்கு காந்தமா, பாரா காந்தம், அயக்காந்தமா என்பதை மேற்சொன்னவற்றில் உண்டாகும் மாற்றங்களை வைத்து அறுதியிடலாம்.

காந்தத் தூண்டத்திற்கு எளிதல் உட்படும் ஓர் அயக்காந்தப் பொருளின் செயல்பாட்டைக் காணலாம். இப்பொருளின் எலெக்ட்ரான்களுக்கு ஈடிடப்படாச் சுழற்சிக் காந்தத் திருப்புத்திறன் (uncomplensated spim magnetic moment) காணப்படுவதால் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஒரு நுண் காந்தத்திற்குச் சமமாகின்றது. அதாவது ஒவ்வொரு மூலக்கூறையும் ஓர் இரட்டைமுனை (dipole) எனலாம். புறக்காந்தப்புலன்களின் தாக்கம் ஏற்படாதபேறு இவ்விரட்டை முனைகளின் எதிர் முனைகள் ஒன்றையொன்று கவர்ந்து தமக்குள் ஒரு காந்தச் சமநிலையை உருவாக்கிக் கொள்கின்றன. ஒரு காந்தப்புலத்தின் முன் இவ்வயக்காந்தப்பொருளை வைக்கும்போது இரட்டை முனைகள் காந்தப்புலத்தின் செயல்பாட்டினால் மூலக்கூற்றுக் காந்தங்கள் ஒரு திசையுறுதலைத் தளவிளைவு (polarisation) என்பர். இவ்விளைவு காந்தத் திருப்புத்திறன் (magnetic moment) உருவாகக் காரணமாகிறது. 1 க.மீ. பொருளில் ஆக்கப்படும் காந்தத் திருப்புத்திறனைக் காந்தமாக்கச் செறிவு (intensity of magnetisation) என்பர். காந்தப்புலத்தை $\vec{H}$ எனவும் காந்தமாக்கச் செறிவினை $\vec{M}$ எனவும் கூறினால் திசையன் முறையில் காந்தத் தூண்டல் B-ஐ $\vec{B} = \mu_0(\vec{H}+\vec{M})$. எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் μ_0-ஐ வெற்றிட உட்புகு திறன் (permeability of empty space) என்பர். ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ வெபர் ஆம்பியர்$^{-1}$ மீட்டர்$^{-1}$).

காந்தப்புலம் மிகும்போது காந்தமாக்கச் செறிவு மிகுவதாகக் காணப்பட்டுள்ளது. எனவே

$\vec{M} \alpha \vec{H}$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

$$\vec{M} = X_m\vec{H}$$

இங்கு X_m என்பது ஒரு மாறிலி இதனைக் காந்த ஏற்புதிறன் (susceptibility) என்பர்.

$$\text{இப்போது, } \vec{B} = \mu_o \left(\vec{H} + X_m\vec{H}\right) = \mu_o \vec{H}\,(1+X_m)$$

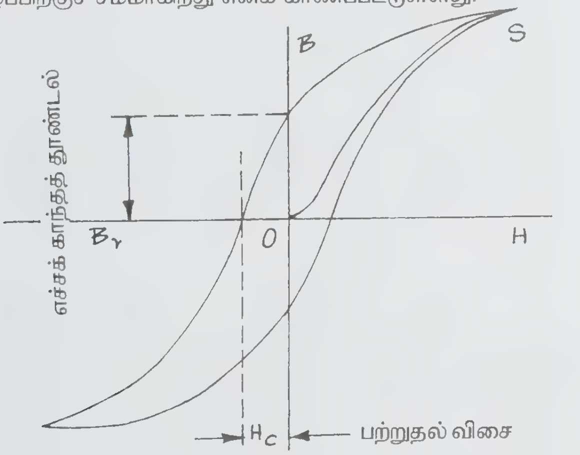
இதில் $(1 + X_m)$ ஐ K_m எனும் சார்பு உட்புகுதிறன் (relative permeability) குறியீட்டால் எழுதலாம். எனவே, காந்த உட்புகுதிறன் (permeability)-ஐ μ என்றால்,

$$K_m = \frac{\mu}{\mu_0}.$$

அதாவது,

$K_m\mu_0 = \mu$ இப்போது காந்தத் தூண்டலை $\vec{B} = u\,\vec{H}$ என்றும் சமன்பாடு மூலம் தெளிவாக்கலாம்.

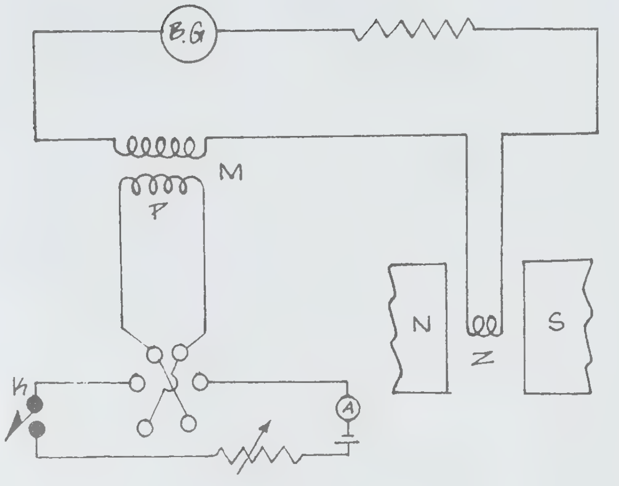
காந்தத்தூண்டல் காந்தப்புலத்தோடு நேர்விகிதத்தில் மாறுகிறது என்பது இச்சமன்பாட்டின் பொதுவான பொருளாயிருப்பபினும் காந்தத்தூண்டலின் அளவு, காந்தப்பொருள் முன்பு எவ்விதம் காந்தத் தன்மையைக் கொண்டிருந்தது என்பதைப் பொறுத்தது. காந்தத் தூண்டல் B காந்தப்புலம் H இவை மாறுதலைடையும் முறைகள் படம் 16இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன. காந்தசார் வளைவுகளால் அடைக்கப்பட்ட தயக்க வளைவின் (hysteresis curve) பரப்பு ஓரலகு கன அளவுள்ள ஒரு காந்தப் பொருளிலிலும் ஆற்றல் இழப்பிற்குச் சமமாகிறது எனக் காணப்பட்டுள்ளது.



படம் 16

காந்தத்தூண்டலை அளத்தல்

அலைவுறு கால்வனோ அளவு முறை (ballistic galvanometer method). படம் 17இல் காட்டப்பட்டுள்ள காந்தமுனைகளுக்கிடைப்பட்ட காந்தத் தூண்டலை அளக்க ஒரு துருவு சுருள் (search coil) பயன்படுகிறது. மின் சுற்றிலுள்ள இணைப்புகளைப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு செய்து z என்னும்



படம் 17

துருவுசுருளை விரைவாகக் காந்தப்புலத்திலிருந்து வெளியே இழுக்க வேண்டும். இப்போது உருவாகும் பாயமாற்றத்தினால் (change of flux) தூண்டப்படும் மின்னூட்டத்தை (charge) அலைவுறு அளவியால் அளக்கலாம். முதல் மின்சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டம், மின்னோட்டத் திசை இவற்றை மாற்றி, சோதனையைப் பலமுறை செய்து $B = \frac{2MI}{nA}.\frac{\theta}{\sigma}$ என்னும் சமன்பாட்டைக்கொண்டு காந்தத்தூண்டலை மதிப்பியலாம். இங்கு M என்பது பரிமாற்றத்தூண்டலையும் (mutual induction), I என்பது முதல் மின்சுற்று P யிலுள்ள மின்னோட்டத்தையும், n, A ஆகியவை முறையே துருவுசுருளின் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை, பரப்பு ஆகியவற்றையும், θ மின்னோட்ட அளவியின் அளவீடு (calibration) செய்யப்படாத விலக்கத்தையும், θ′ அதன் அளவீடு பெற்ற விலக்கத்தையும் குறிக்கின்றன.

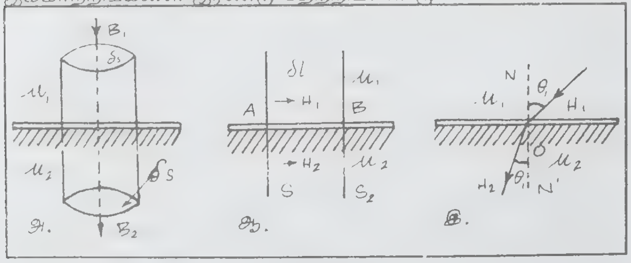
கிராசோட் பாயஅளவிமுறை (Grassot flux meter method). ஓர் அசைசுருள் கால்வனோஅளவியின் (moving coil galvanometer) அமைப்பில் சில சிறப்பான வடிவமைப்புகளைச் செய்து கிராசோட் பாய அளவி உருவாக்கப்படுகிறது. வீச்சுக்குறைப்புக்காரணி (damping factor) மிகக் குறைவாகவும் மின்காந்த வீச்சுக் குறைப்புக்காரணி (electromagnetic damping factor) மிக மிக அதிகமாகவும் இருக்கும் வண்ணம் இதன் அலைவுசுருள் அமைக்கப்படுகிறது. இக்கருவியை ஒரு துருவுசுருளோடு இணைக்கையில் துருவு சுருளில் உண்டாகும் பாயமாற்றம் அலைசுருளில் உருவாகும் கோண விலக்கத்தோடு நேர்விகிதத்தில் மாறுவதைக் காணலாம். எனவே இதன் வடிவமைப்போடு தொடர்புடைய சில மாறிலிகளின் மதிப்பையும் கோண விலக்கத்தையும் கொண்டு கொடுக்கப்பட்ட காந்தப்புலத்தின் காந்தத் தூண்டலை எளிதில் அளக்கலாம்.

பிஸ்மத் சுருள்வில் முறை (Bismuth spiral method). பிஸ்மத் உலோகத்திற்கு ஒரு தனிப்பட்ட பண்பு உண்டு. ஒரு காந்தப் புலத்தில் இதை வைத்தால் அப்புலத்தின் செறிவிற்கேற்றபடி இதன் தடையாற்றல் மாறுவது காணப்பட்டுள்ளது. பிஸ்மத் கம்பியைத் தட்டையான வடிவம் கொண்ட சுருள் வில்லாகச் செய்து இரு முனைகளிலிருந்தும் இணைப்புகள் எடுத்து வீட்ஸ்டோன் மின்சமனியின் (wheatstone bridge) ஒரு பகுதியாக இதை இணைத்து விடுவர். மின் சமனியை இயக்கி, காந்தப்புலமிராதபோது சுருள் வில்லின் மின் தன்மையைக் காண்கின்றனர். இதனை R_o என்க. பின்பு சுருள் வில்லை B காந்தத்தூண்டல் கொண்ட H எனும் காந்தப்புலத்தில் வைக்கும்போது ஏற்படும் தடையான RH^2 உம் இதே முறையில் காணப்படுகிறது.

$R_H = R_o + bH + cH^2$ எனும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி H-ஐக் காணலாம். இங்கு b, c முதலியன சோதனை தொடர்பான மாறிலிகள், பின்னர் $B = \mu H$ என்னும் தொடர்பினைப் பயன்படுத்திக் காந்தத்தூண்டலை அளக்கலாம்.

உறால் விளைவு முறை (Hall effect method). ஒரு காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட ஒரு மின் கடத்தியில் மின்னோட்டம் ஏற்படும்போது இவ்விரண்டிற்கும் செங்குத்தான திசையில் ஒரு விசை செயல்படும். இவ்விசை அமையும் அதே தளத்திலேயே ஒரு மின்னழுத்தமும் உருவாகிறது என்பதை ஹால் என்பார் கண்டறிந்தார். காந்தத் தூண்டல் மிகும்போது மின்னழுத்தமின் மிகுவது ஹால் விளைவு எனப்படும். பியர்சன் என்பார் இவ்விளைவைப் பயன்படுத்திக் காந்தத் தூண்டலை அளக்கும் முறையை விளக்கியுள்ளார். மிகு தடையுள்ள ஜெர்மானியத் தகட்டைப் பயன்படுத்தி ஒரு மில்லி ஆம்பியர் மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு மைக்ரோ ஓல்ட் காஸ்$^{-1}$ மின்னழுத்தம் உருவானமையை நிறுவினார். மின்னழுத்தத்தை அளப்பதன் மூலம் காந்தப்புலம், காந்தத்தூண்டல் இவற்றைக் கணிக்கலாம்.

எல்லைத் தேற்றங்கள் (boundary theorems). வெவ்வேறு உட்புகு திறன்களைக் கொண்ட இரு காந்த ஊடகங்களுள் காந்தப் புலம் பரவ நேரிடும்போது ஊடகங்களின் முகவிடையில் (interface) காந்தப்புலம், காந்தத்தூண்டல் போன்றவை பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. இம்மாற்றங்களை இரண்டு தேற்றங்கள் மூலம் விளக்கலாம்.



படம் 18

தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இரண்டு ஊடகங்களின் பொது எல்லைப் பகுதியோடு மிக நெருங்கியிருக்கும் இரண்டு ஊடகங்களைச் சார்ந்த புள்ளிகளில் காந்தத்தூண்டலின் செங்குத்து உறுப்புகள் (normal components) ஒரே தன்மையுடையவையாகவே இருக்கும் என்பது முதல் எல்லைத்தேற்றம்.

படம் 18 (அ)இல் μ_1, μ_2 என்னும் உட்புகுதிறன்கள் கொண்ட இரண்டு ஊடகங்கள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு அவற்றின் பொது எல்லை காட்டப்பட்டுள்ளது. உருளை வடிவமான ஒரு மூடிய பரப்பைக் கருதிக் கொள்ள வேண்டும். உருளையின் வெட்டு முகப்பரப்பளவை δs எனவும் இவ்விரண்டு ஊடகங்களிலுமுள்ள காந்தத் தூண்டல்களை B_1, B_2 எனவும் எடுத்துக்கொண்டால்,

$$B_2\delta s - B_1\delta s = 0$$

என எழுதலாம். ஒரு மூடிய பரப்பினுள்ளே மொத்த செங்குத்துக் காந்தத்தூண்டல் எப்போதும் சுழியாகும் என்னும் காசின் தேற்றத்தின் (Gauss theorem) அடிப்படையில் மேற்கூறிய சமன்பாடு தரப்பட்டுள்ளது. இச்சமன்பாட்டிலிருந்து $B_1 = B_2$ என்பது தெளிவாகிறது. அதாவது, காந்தத்தூண்டலின் செங்குத்து உறுப்புகள், கொடுக்கப்பட்ட ஊடகங்களைப் பொறுத்த வரையில் சமமாகின்றன.

தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இரண்டு ஊடகங்களினிர் பொது எல்லைப் பகுதியோடு மிக நெருங்கியிருக்கும் இரு ஊடகங்களை சார்ந்து புள்ளிகளில் காந்தப் புலச் செறிவின் தொடு கோட்டுறுப்புகள் (tangential component) ஒரே தன்மையு டையவையாகவே இருக்கும் என்பது இரண்டாம் எல்லைத்தேற்றம்.

படம் 4 (ஆ) இல் இரண்டு ஊடகங்களின் பொது எல்லையில் A, B என இரு புள்ளிகள் கருதப்படுகின்றன. இப்புள்ளிகள் வழியாகவும் பொது எல்லைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாகவும் இரு சம மின்னழுத்தக் கோடுகள் (equipotentials) வரையப்பட்டுள்ளன எனக் கொள்ளலாம். இவற்றிற்கிடைப்பட்ட தொலைவு δl எனலாம். H_1, H_2 என்பவை இரண்டு ஊடகங்களிலுமுள்ள காந்தப்புலச் செறிவின் தொடுகோட்டுறுப்புகளின் அளவுகள். மின்னழுத்தக் கோடுகளுக்கிடைப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (potential difference) δv எனக் கொண்டால்,

$$\delta v = H_1\delta l \qquad \delta v = H_2\delta l$$

என இரண்டு ஊடகங்களுக்கும் தனித்தனியே சமன்பாடுகள் எழுதலாம். இவை $H_1 = H_2$ என்பதைத் தெளிவாக்குகின்றன.

அதாவது காந்தப்புலச் செறிவின் தொடுகோட்டுறுப்புகள் கொடுக்கப்பட்ட ஊடகங்களைப் பொறுத்த வரையில் சமமாகின்றன.

காந்தக் கோடுகளின் விலகல் விதிகள் (Laws of refraction of magnetic lines of force). μ_1, μ_2 என்னும் உட்புகு திறன்கள் கொண்டு இரண்டு ஊடகங்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன எனக் கருதலாம் (படம் 4இ). முதல் ஊடகத்தில் காந்தப்புலச் செறிவு பொது எல்லையில் வரையப்பட்ட செங்குத்துக் கோட்டோடு θ_1 எனும் கோணத்தை உருவாக்குவதாகக் கொள்ளலாம். இக்காந்தப் புலச் செறிவு இரண்டாம் ஊடகத்தில் செல்லும் போது விலகல் அடைவதாகக் கருதலாம். முதலிற் சொன்ன செங்குத்துக் கோட்டிற்கும் விலகல் அடைந்த காந்தப்புலச் செறிவுக் கோட்டிற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் θ_2 எனின் எல்லைத் தேற்றங்களைப் பயன்படுத்தி,

$H_1\sin\theta_1 = H_2\sin\theta_2$ எனவும்,

$B_1\cos\theta_1 = B_2\cos\theta_2$ எனவும் எழுதலாம்.

$B_1 = \mu_1 H_1$, $B_2 = \mu_2 H_2$ எனவே,

இரண்டாவதாகச் சொல்லப்பட்ட சமன்பாட்டை

$\mu_1 H_1\cos\theta_1 = \mu_2 H_2\cos\theta_2$

என விரிவுபடுத்தி எழுதலாம். முதல் சமன்பாட்டை இச்சமன்பாட்டால் வகுக்கும்போது

$$\frac{1}{\mu_1}\tan\theta_1 = \frac{1}{\mu_2}\tan\theta_2$$

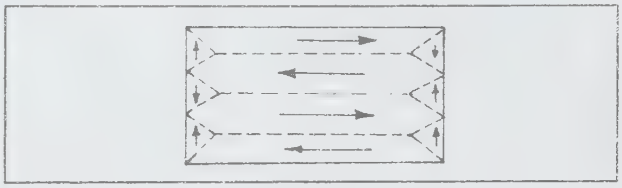
என்னும் தொடர்பு கிடைக்கிறது. இதை,

$$\frac{\tan\theta_1}{\tan\theta_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

எனவும் எழுதலாம். அதாவது காந்த விசைக் கோடுகள் முதல் ஊடகத்திலிருந்து இரண்டாம் ஊடகத்திற்குச் செல்கையில் இரண்டாம் ஊடகத்தின் உட்புகுதிறன் குறைவாகவிருந்தால் காந்த விசைக்கோடுகள் பொது எல்லையில் வரையப்பட்ட செங்குத்துக் கோட்டை நோக்கி விலகல் அடையும் என்பதையும் இரண்டாம் ஊடகத்தின் உட்புகுதிறன் மிகுதியாயிருந்தால் இச்செங்குத்துக் கோட்டிலிருந்து வெளி நோக்கி விலகல் அடையும் என்பதையும் இச்சமன்பாடு தெளிவாக்குகிறது.

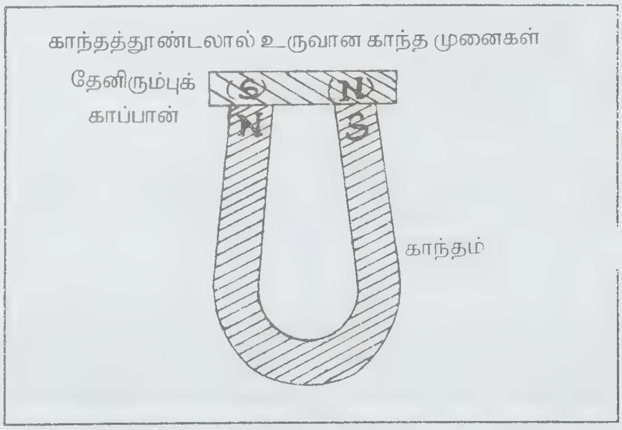
காந்தத் தொகுதிகள் (magnetic domains). காந்தத் தொகுதிகள் கோட்பாடு வீஸ் என்னும் அறிவியலாரால் கண்டறியப்பட்டது. இக்கோட்பாட்டின்படி ஓர் அயக்காந்தப் பொருள் பல தொகுதிகளால் ஆக்கப்பட்டது. மிகப் பெரிய தொகுதி 10^{-4}மீ, அளவுடையதாகவும் மிகச் சிறிய தொகுதி 10^{-8}மீ அளவுடையதாகவும் இருக்கும். ஒரு தொகுதியில் பெரும அளவு (maximum) 10^5 அணுக்கள் வரை அடங்கியிருக்கலாம். ஒவ்வொரு தொகுதியும் ஒரு கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையைப் பொறுத்த வரையில் காந்தத் தன்மையில் தெவிட்டிய (saturation) அடைந்துள்ளதாகவே கருதப்படுகிறது. இத்தொகுதிகள் ஒன்றுக்கொன்று தம்மை வழிப்படுத்திக் கொள்வதால், கொடுக்கப்பட்ட காந்தப் பொருளின் மொத்த காந்தத் தன்மை சுழியாகிவிடுகிறது. எனவே சாதாரண நிலையில் அயக் காந்தப் பொருளில் காந்தத் தன்மை இல்லை.

ஒரு காந்தப்புலத்தில் அய்க்காந்தப் பொருளை வைக்கும்போது, புலம் காந்தத் தொகுதிகளை ஒரு திசையில் வழிப்படுத்துகிறது. ஒரு படிகத்தில் இவ்வித வழிப்படுத்துதல் நடைபெறும்போது படம் 19இல் காட்டியுள்ளபடி பிளாச் மண்டலங்கள் (bloch zones)



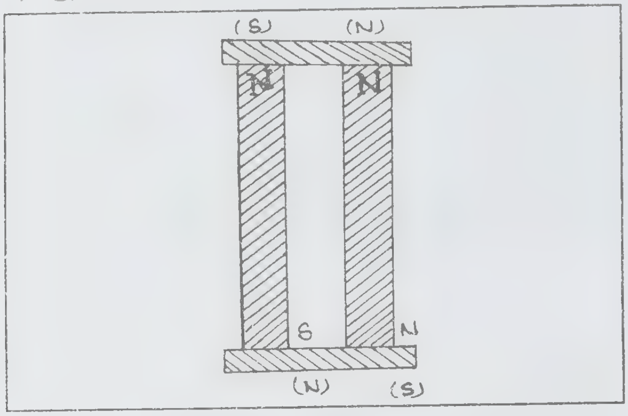
படம் 19

உருவாகின்றன. காந்தப்புலத்தின் வலிமையைக் கூட்டும்போது வழிப்படுத்தப்படாத தொகுதிகள் குறைந்து பிளாச் மண்டலங்கள் மிகுந்துவிடுகின்றன. எனவே காந்தமாக்கல் நிகழ்ச்சியின்போது பயன்படுத்தப்படும் ஆற்றலில் பெரும்பகுதி பிளாச் மண்டலங்களில் உறைந்துகிடப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.



படம் 20

காந்தத்தூண்டலும் காந்தக் காப்பான்களும். காந்தம் காலப்போக்கில் சிறிது சிறிதா அதன் காந்தத் தன்மையை இழந்துவிடும். திண்மக் காந்தத்தில் அமைந்து கிடக்கும் அக விசைகள் வழிப்படுத்தப்பட்டுள்ள தொகுதிகளை



படம் 21

ஒழுங்கற்றவையாக மாற்றி விடுகின்றன. வெப்பம், அதிர்ச்சி முதலியன காந்த அழிவினை மேலும் கூட்டுகின்றன. எனவே படம் 20, 21இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் தேனிரும்புத் துண்டுகளால் காந்த முனைகளை இணைத்தால் காந்த அழிவு பெருமளவில் குறையும். காந்த முனைகள் அதன் எதிர்முனைகளைத் தேனிரும்புத் துண்டில் தூண்டுவதால் தேனிரும்பு தற்காலிகக் காந்தமாகி ஒரு மூடிய காந்தச் சுற்று (closed magnetic loop) கிடைக்கிறது. காந்த முனைகளை இணைக்கும் தேனிரும்புத் துண்டைக் காப்பான் என்பர். தேனிரும்புக் காந்தத்தில் கூட இம்முறையில் காந்தத்தைப் பாதுகாக்கலாம்.

- பொ.குமரேசன்

துணைநூல். D.L.Sehgal, K.L. Chopra and N.K.Sehgal ; *Electricity and Magnetism* Sultan Chand and Sons, New Delhi, 1988., Nelkon and P.Parker, *Advanced Level Physics*, Heinemann Educational Book Ltd., London, 1987.

தூண்டல் மின்னோடி

இது ஒரு மாறு மின்னோட்ட மின்னோடி ஆகும். முதன்மைச் சுருளையான நிலையகத்தின் (stator) காந்தப் புலத்தினால் துணைச் சுருளையான சுற்றகத்தில் மின்னழுத்தம் தூண்டப்படும். இம்மின்னழுத்தம் சுற்றகத்தில் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகிறது. தூண்டல் மின்னோடி (induction motor) ஒத்தியங்கு வேகத்திற்குச் சற்றுக் குறைவாகவே இயங்குகிறது. தூண்டல் மின்னோடி ஒத்தியங்கா மின்னோடி என்றும் வழங்கப்படுகிறது.

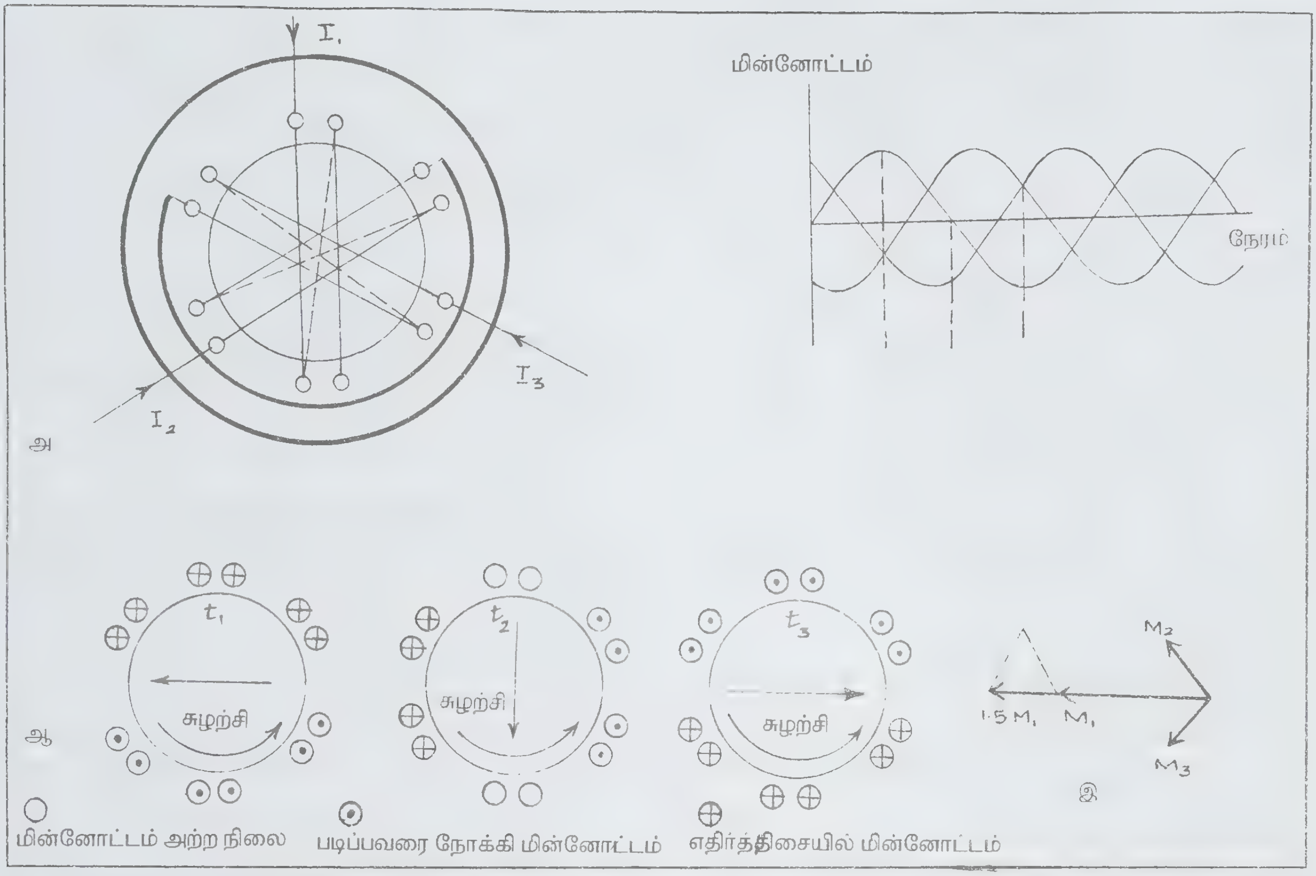
கட்டமைப்பில் எளிமை, தரம், சிறந்த வேகக் கட்டுப்பாடு, குறைந்த விலை ஆகியவற்றின் காரணமாகத் தூண்டல் மின்னோடி மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. பல தறுவாய் மின் திறன் உள்ள இடங்களில் பல்வேறு அளவுகளில் பல தறுவாய்த் தூண்டல் மின்னோடிகள் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. 1.5 குதிரைத் திறன் மற்றும் அதற்குக் குறைந்த அளவு திறன் ஆகியவற்றிற்கு ஒரு தறுவாய் மின்னோடி பயன்படுகிறது.

பல தறுவாய் மின்னோடிகள். பல தறுவாய் மின்னோடிகளில் இரு முதன்மை வகைகள் உண்டு. அவை அணில் கூடு மற்றும் சுருளைச் சுற்றகம் என்பன. இவற்றின் சுற்றகங்கள் வேறுபட்டிருக்கும். ஆனால் இவற்றின் நிலையகக் கட்டமைப்பு ஒத்திருக்கும். ஒத்தியங்கு மின்னோடியின் நிலையகமும் இவ்வாறே காணப்படும். இரு வகைத் தூண்டல் மின்னோடிகளையும் இரு தறுவாய் மற்றும் முத்தறுவாய் மின்னோட்டங்களில் இயங்குமாறு வடிவமைக்கலாம்.

நிலையகம். சமமான பல தறுவாய் மின்னழுத்தங்களைச் செலுத்தினால் ஒரு பல் தறுவாய் மின்னோடி ஒரு சுழலும் காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும். அனைத்து வகையிலும் ஒன்று போலிருக்கும் தறுவாய்ச் சுருளைகளில் இம்மின்னழுத்தங்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. இம்மின்னழுத் தங்களால் உண்டாக்கப்படும் மின்னோட்டம் நிலையான அளவுடைய காந்த இயக்கு விசையைத் தோற்றுவிக்கிறது. அது ஒத்தியங்கு வேகத்தில் சுழல்கிறது. அவ்வேகம், பெறும் மின்னழுத்தத்தின் அலைவெண்ணிற்கு நேர்விகிதப் பொருத்தமுடையது. நிலையகத்தில் நிறுவப்பட்ட துருவங்களின் எண்ணிக்கைக்கு மாறு விகிதப் பொருத்தமுடையது.

படம் 1 இல் ஒரு முத்தறுவாய், இருதுருவ Y இணைப்புடைய I_1, I_2, I_3 எனும் மின்னோட்டங்கள் பாயும் நிலையகம் காட்டப்பட்டுள்ளது. நிலையகத்தின் ஒவ்வொரு சுருளும், காலத்தால் சைன் வடிவில் மாறுபடும் காந்த இயக்கு விசையை உருவாக்குகிறது. இம்மூன்று சுருளைகளின் காந்த இயக்கு விசைகளின் மொத்த விளைவு அளவில் மாறாது ஒத்தியக்க வேகத்தில் சுழலும்.

ஒத்தியக்க வேகம் $N_s = \frac{120f}{P}$ ஆகும். இதில் f என்பது அலைவெண்; P என்பது நிலையகத் துருவங்களின் எண்ணிக்கை; 50 அலைவெண்ணிற்கு ஒர் இரு துருவ மின்னோடி நிமிடத்திற்கு 3000 சுற்றுகள் என்றும் நான்கு துருவ மின்னோடிக்கு நிமிடத்திற்கு 1500 சுற்றுகள் என்றும் வேகம் பெற்றிருக்கும்.



படம் 1 - I_1, I_2, I_3 ஆகிய மின்னோட்டங்கள் ஏற்படுத்தப்படும் முத்தறுவாய், இரு துருவ Y இணைப்புத் தூண்டல் மின்னோடி

(அ) நிலையகத்தின் சுருளைகளும் மின்னோட்டங்களும் (ஆ) சுழலும் புலம்

(இ) நிலையகச் சுருளைகளால் உருவாகும் காந்த இயக்கு விசை

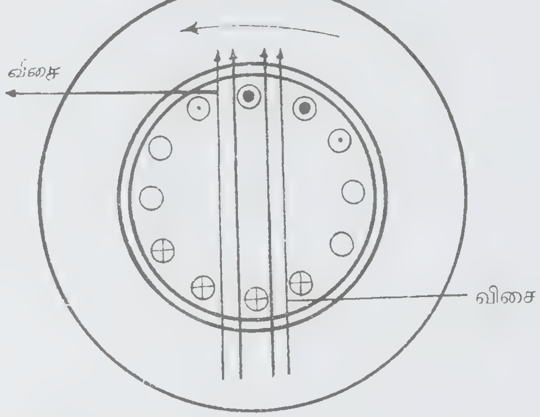
அணில் கூடு மின்னோடி. படம் 2இல் ஓர் அணில் கூடு-மின்னோடியின் தண்டுகள், முனை வளையங்கள் (end rings), குளிர்விக்கும் பரப்புகள் ஆகியவை காட்டப்பட்டுள்ளன.

படம் 2. ஓர் அணில் கூட்டுச் சுற்றகத்தின் சட்டங்கள் முனை வளையங்கள், குளிர்விப்பு அமைப்புகள்

சட்டங்கள் சாய்வாகவோ குறிப்பிட்ட கோணத்திலோ வைக்கப்படுகின்றன அதனால் ஒத்தியக்க வேகத்திற்குக் குறைவாகச் செயல்படுவதைத் தவிர்க்கவும் ஓசையைக் குறைக்கவும் இயலும். நிலையகத்தின் காந்தப் பாயத்தால் சுழலிச் சட்டங்களில் மின்னழுத்தம் தூண்டப்படும். இம்மின்னழுத்தத்தால் உண்டாகும் மின்னோட்டங்கள் பாய முனை வளையங்கள் வழி வகுக்கின்றன. நிலையகச் சுருளைகளால் உருவாக்கப்படும் துருவங்களும், அணில் கூடு சுற்றகத்தின் துருவங்களும் சமமேயாகும்.

மின்னோடியின் இரு பகுதிகளின் இணைந்த செயல்பாட்டைப் படம் 3 விளக்குகிறது. நிலையகக் காந்தப்பாயம் எதிர்க்கடிகைத் திசையில் சுழல்வதால் சுற்றகத்தின் மேல் சட்டங்களில் வெளிப்புறமாகவும் அடிச்சட்டங்களில் உட்புறமாகவும் மின்னழுத்தங்கள் தூண்டப்படுகின்றன. சட்டங்களில் அதே திசையிலேயே

மின்னோட்டங்கள் பாய்கின்றன. மின்னோட்டங்கள் நிலையகப் பாயத்துடன் வினைபுரிந்து சுழலிச் சட்டங்களில் பாயத்தின் திசையிலேயே ஒரு விசையை உருவாக்குகின்றன.



படம் 3 - சுற்றகச் சுருளையில் செயல்படும் விசைகள்

சுமை இணைக்கப்படாதபோது சுழலி ஒத்தியக்க வேகம் அடைகிறது. இந்த வேகத்தில் கடத்திகளுக்குக் காந்தப்பாய நகர்வு ஏதும் இராது. ஆகவே சுழலியில் மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுவதில்லை. சுமை இணைக்கப்படும்போது சுற்றகத்தின் வேகம் சற்றே குறைகிறது. சுற்றகத்தின் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம், சுற்றகம் உருவாக்கும் திருக்கம் ஆகியவை உயர்கின்றன. குறைந்த சுமை, வேகத்தைச் சற்றே குறைக்கிறது. மிகுந்த சுமைக்கும் மிகு வேகக்குறைப்புத் தேவைப்படுகிறது. ஒத்தியக்கவேகம் N_s-ற்கும், இயக்க வேகம் N ற்கும் உள்ள வேறுபாடே வழுவல் வேகம், இது ஒத்தியக்க வேகத்தின் விழுக்காடாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$S = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100\%$$

சுற்றகம் அசையாதிருப்பின், அதில் மிகு மின்னழுத்தம் தூண்டப்படும். அதன் அலைவெண் நிலையக மின்னழுத்தத்தின் அலைவெண்ணிற்குச் சமம். எந்த ஒரு வேகத்திலும் சுற்றக மின்னழுத்தத்தின் அலைவெண் f_2 கீழ்க்காணுமாறு பெறப்படும்:

இதில், $f_2 = f_1 S$

f_1 - நிலை மின்னழுத்த அலைவெண்
S - வழுவல் (தசம பின்னமாக)

எந்த ஒரு வேகத்திலும் சுற்றகத்தின் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம்

$$e_2 = (e_{2s})S$$

e_{2s} என்பது அசையாதிருக்கும்போது சுற்றகத்தின் மின்னழுத்தம், அதுபோன்றே சுற்றகத்தின் மின் எதிர்ப்பு அதன் அசையா மின் எதிர்ப்பு வழுவல்களின் மூலம் கீழ்க்காணுமாறு பெறப்படும்.

$$x_2 = (x_{2s})S$$

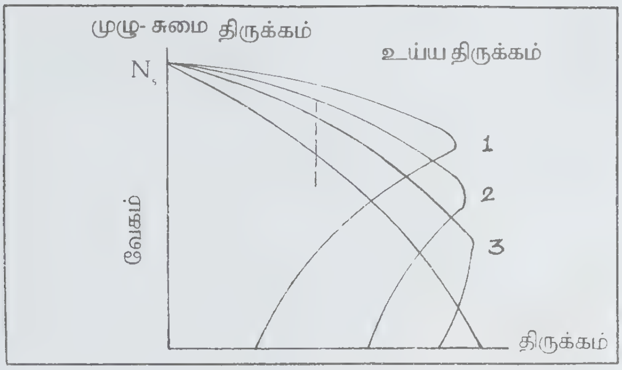
எந்த ஒரு வேகத்திலும் சுற்றகத்தின் மின் மறுப்பு அதன் எதிர்ப்பு x_2 மற்றும் தடை r_2 இடமிருந்து பெறப்படும். சுற்றகத்தின் மின்னோட்டம் i_2 கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டால் கிடைக்கப்பெறும்.

$$i_2 = \frac{e_2}{\sqrt{r_2^2 + x_2^2}}$$

$$= \frac{(e_{2s})S}{\sqrt{r_2^2 + (x_{2s})^2 S^2}} = \frac{e_{2s}}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{S}\right)^2 + (x_{2s})^2}}$$

வழுவலின் மதிப்புக் குறைவாக இருப்பின் சுற்றக மின்னோட்டம் குறைவாகவும் அதன் திறன் காரணி மிகுதியாகவும் இருக்கும். வழுவல் மிகுதியாக இருப்பின் சிறிதாகும். மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்; திறன் கூறு குறையும். தொடக்க மின்னோட்டம் மிகுந்திருக்கும்; இது மின்னழுத்தத்தை 50-70^0 இல் பின்னடையும். திறன் கூறு ஒன்றாக இருப்பின் மின்னோட்டமும் அழுத்தமும் ஒரே தறுவாயிலிருப்பின் சுற்றக மின்னோட்டங்கள் காற்றிடை வெளிப்பாயத்தோடு இடவியல் தறுவாயிலிருக்கும். திருப்பு விசையை உருவாக்கும். மின்னோட்டம் i_2 இல் ஒரு திறன் கூற்றுப் பகுதி மற்றும் எதிர் வினைப் பகுதி i_r இரண்டும் உள்ளன.

i_p இன் உய்ய மதிப்பு; அதனால் திருப்பு விசையின் உய்ய மதிப்பு கிட்ட வேண்டுமானால் வழுவலின் மதிப்பு சரியாக $\frac{r_2}{S}$ இதற்குச் சமமாக்குவதாக இருக்க வேண்டும். r_2 வின் மதிப்பை மாற்றினால் உய்ய திருப்பு விசையை உருவாக்கும் வழுவலின் மதிப்பும் மாறும். r_2, S ஆகியவற்றை இரட்டிப்பாக்கினால் மின்னோட்டம் i_2உம் அதனால் திருக்கமும் மாறா.

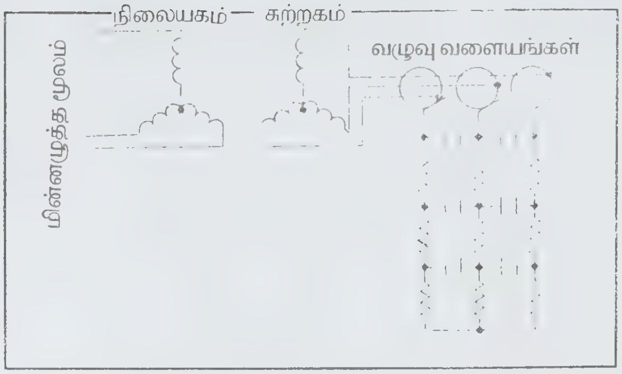


படம் 4. ஒரு பல் தறுவாய்த் தூண்டல் மின்னோடியில் வேகத் திருக்கப் பண்புகள்

எனவே, மின்னோடியின் வேகத்-திருக்கப் பண்பு வரைகளை மாற்ற முடிகிறது. படம் 4இல் வளைகோடு 1, ஒரு தூண்டல் மின்னோடியின் பண்பினைக் காட்டுகிறது. மின்னோடியில் வேறு மாற்றமின்றித் தடையினை மட்டும் மாற்றினால் அது வளைகோடு 2இன் பண்பைத் தரும். அது குறிப்பிட்ட திருப்பு விசைக்கு வழுவலை இரட்டிப்பாக்குகிறது. மேலும் சுற்றகத்தின் தடையினை மிகுதியாக்கினால் வளைகோடு 3இன் பண்பினைக் காணலாம்.

r_2 ஐ, x_{2s}க்கு சமமாக்கினால் படம் 4இல் உள்ளது போலத் தொடக்க நிலையிலே உயர்ந்த அளவு திருப்பு விசையை உருவாக்க முடியும். இவ்வளைகோடுகளால் மிகு தடையுள்ள சுற்றகங்கள் மிகு தொடக்கத் திருப்பு விசையைக் கொடுக்கும். மின்னோடியின் பொதுவான இயக்க எல்லை, வரைகோட்டின் மேல் பகுதியிலேயே உள்ளமையால் உயர்தடை நிலையகங்களால் சுமையற்ற நிலைக்கும், முழுச்சுமை நிலைக்கும், குறை தடை நிலையகங்களைவிட வேகத்தில் பெரும் மாறுதல் இருக்கும். ஒரு சுருளைச்சுற்றகத் தூண்டல் மின்னோடி மிகு தொடக்கத் திருக்கத்தைத் தருவதோடு வேகத்தைச் சீராக்கியும் அளிக்கிறது. தொடக்கத்தில் சுற்றகச் சுற்றுக்கு வெளித்தடைகளை இணைத்துத் தேவையான வேகம் பெற்ற பின்னர் அவற்றை அகற்றுவதன் மூலம் இது இயலுகிறது.

சுருளைச் சுற்றகத்திலும் நிலையகச் சுருளைப் போன்றே பல தறுவாய்ச் சுருளை உண்டு. அதே எண்ணிக்கையுள்ள துருவங்களுக்கேற்பச் சுருளைகள் சுற்றப்படுகின்றன. அணில் கூடு மின்னோடிகள் போன்றே இந்தச் சுருளைகளிலும் மின்னழுத்தங்கள் தூண்டப் படுகின்றன. சுருளைகள் வழுவல் வளையங்களோடு இணைக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் மூலம் தொடக்க மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கவோ, திறன் கூறை மிகுதியாக்கவோ, வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தவோ, ஏற்ற வெளிப்புற மறுப்புகளுடன் இணைக்கவோ முடியும்.

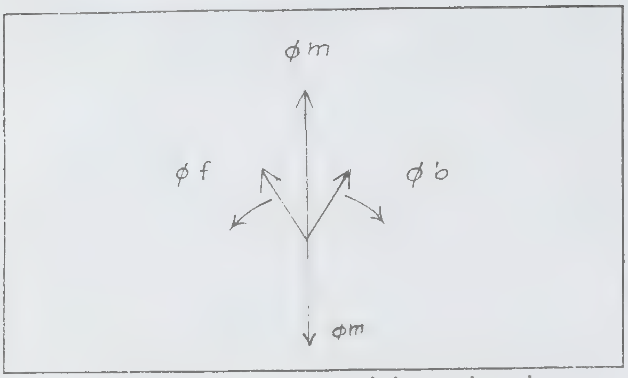


படம் 5. ஒரு சுருளைச் சுற்றகத் தூண்டல் மின்னோடியின் இணைப்புகள்

படம் 5இல் சுருளைச் சுற்றகம் மின்னோடியை வேகத்திற்குக் கொணர இணைக்கப்படும் மாறு தடையும் காட்டப்பட்டுள்ளது. அணில் கூடு மின்னோடிக்குத் தேவைப்படுவதைவிடக் குறைந்த மதிப்புள்ள மின்னோட்டத்தை மின் மூலத்திடமிருந்து பெறத் தடையம் பயன்படுகிறது. மின்னோடியை ஒத்தியக்க வேகத்திற்குக் கொணரும வகையில் தடை படிப்படியாகக் குறைக்கப்படுகிறது. படம் 4 இல் காட்டியுள்ளவாறு தொடக்கத் தடைகளின் பல்வேறு உறுப்புகளைச் சுற்றில் முன்பிருந்தபடியே வைப்பதன் மூலம் ஓரளவு வேகக் கட்டுப்பாடும் கிடைக்கும். எனினும், இது திறனற்ற முறையாகும். மின்னோடியை மாறாத வேக ஓடி எனும் நிலையிலிருந்து மாறுவேக மின்னோடியாக இது மாற்றி விடுகிறது.

ஒரு தறுவாய்த் தூண்டல் மின்னோடிகள். ஒருதறுவாய் மின்னோடிகள், பலதறுவாய் மின்னோடிகளை விடக்குறைந்த செயல்திறப் பண்புகளை உடையன. பல தறுவாய் அழுத்தங்கள் இராதபோது இவை பயன்படுகின்றன. சிறிய அளவுகளில் பின்னக் குதிரைத்திறன் கொண்டவையாக வீடுகளிலும், தொழிலகங்களிலும் பயன்படுகின்றன. குறைந்த திறன்கூறு, சிறப்பான தொடக்கக் கருவிகளின் தேவை ஆகியவை அவற்றின் குறைபாடுகள்.

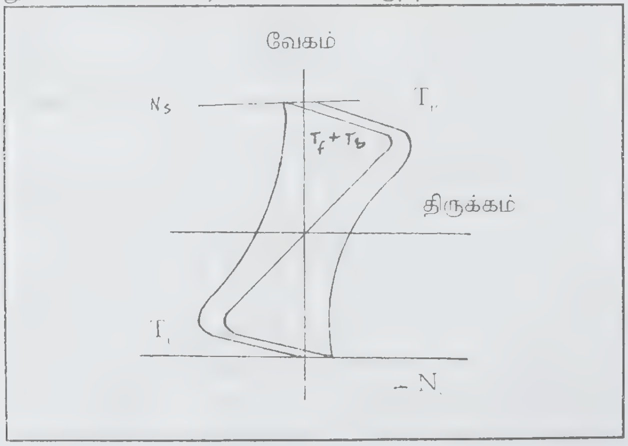
ஒருதறுவாய் மின்னோடியின் சுற்றகம் அணில் கூடு வகையைச் சார்ந்தது. நிலையகத்தின் முதன்மைச் சுருளை (main winding), துடிக்கும் புலத்தை உருவாக்குகிறது. தொடக்கத்தில் காற்று வெளிப் பாயத்தோடு செயல்பட்டுச் சுற்றகத்தின் திருப்பு விசையை உருவாக்கும். அதனால் சுற்றக மின்னோட்டங்களை உருவாக்க இயலாது. ஆனால் சுற்றகம் திரும்பத் தொடங்கியவுடன் இடத்திலும், காலத்திலும் முதன்மைப் பாயத்திற்குச் செங்குத்தான குறுக்குப் பாயத்தை உருவாக்குகிறது. அதனால் சுழலும் புலத்தை உருவாக்குகிறது.



படம் 6. ஒரு தறுவாய்த் தூண்டல் மின்னோடியின் பாயங்கள்

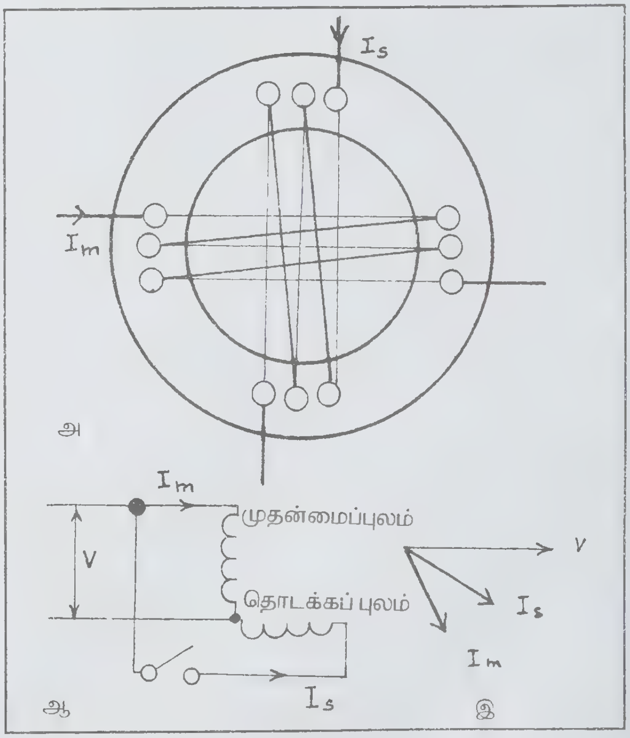
ஒரு துடிக்கும் புலம், மொத்த விளைவான புலத்தின் மதிப்பில் பாதியான, எதிராகச் சுற்றும் இரண்டு புலங்களுக்குச் சமம் எனும் கோட்பாட்டை இது விளைவிக்கும். படம் 6 இல் ϕ_M என்பது நிலையகப் பாயம் ϕ இன் உய்ய மதிப்பு; ϕ_f, ϕ_b எனும் இரு பிரிவுகளால் ϕ_M காட்டப்பட்டுள்ளது. அவை $\frac{\phi_M}{2}$ மதிப்புள்ள இரண்டு நிலையான சமமான எதிராகச் சுழலும் புலங்களைக் குறிக்கின்றன. மற்றும் சுற்றகத்தில் T_f மற்றும் T_b எனும் திருக்கங்களை உருவாக்குகின்றன. வேகம் சுழியாக இருக்கும்போது இவ்விசைகளின் கூட்டலும் சுழியாகும். ஆனால் இயக்கம் தொடங்கியவுடன் திருப்பு விசைகளின் கூடுதல் சுழியாக இராது. மேலும் விளைவுறு திருக்கம் சுழற்சியைத் தொடரச் செய்யும்.

உயர் வேகங்களில் எந்திரத்தின் செயலாற்றல் சிறப்பாக இருக்கும். ஆனாலும் இம்மின்னோடியைப் பயனுள்ளதாக்கத் தொடக்கத் திருக்கத்தை உருவாக்க வேண்டும். தொடக்கத் திருக்கம் பெறப்படும் முறையைக் கொண்டு ஒருதறுவாய்த் தூண்டல் மின்னோடிகளை வகைப்படுத்தலாம்.



படம் 7. ஒருதறுவாய்த் தூண்டல் மின்னோடியில் உண்டாகும் திருக்கம்

தறுவாய்ப் பிளவு மின்னோடி. இம்மின்னோடியில் இரண்டு நிலையகச் சுருளைகள் உண்டு. அவை முதன்மைச் சுருளை, தொடக்கச் சுருளை என்பன. தொடக்கச் சுருளை, முதன்மைச் சுருளைக்கு 90 மின் பாகையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். முதன்மைச் சுருளையைவிட மிகுதியான தடை · எதிர்ப்பு விகிதம் கொடுக்கும் வகையில் தொடக்கச் சுருளையில் சிறிய கம்பி கொண்ட குறைவான சுற்றுகளே உள்ளன. அவற்றின் சுருளைகளுக்குப் பொதுவான மின்னழுத்தம் மின்னோட்டங்கள் அளிக்கப்படும்போது மின்னோட்டங்கள் Im, Is ஆகியவை காலத் தறுவாயில் மாறுபடும். இவை ஒரு நீள்வட்டப்புலத்தை உருவாக்குகின்றன. அதனால் தொடக்கத்தில் ஒரு திசைத்திருப்பு விசை உருவாகிறது. தேவையான வேகம் அடைந்தவுடன்



படம் 8. தறுவாய்ப் பிளவு மின்னோடி

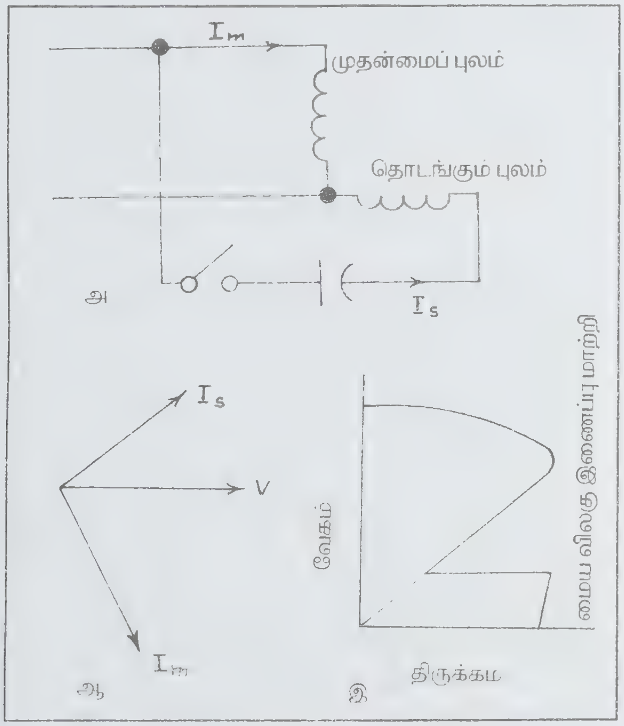
(அ) சுருளைகள் (ஆ) சுருளை இணைப்புகள் (இ) திசையிப் படம்

தொடக்கச் சுருளையின் சுற்றை ஒரு மைய ஈர்ப்புத் திறப்பானின் துணையால் திறக்க இயலும். மின்னோடி படம் 7இல் காண்பித்துள்ள பண்புகளுக்கேற்ப இயங்கும்.

மின்தேக்கி மின்னோடி. இம்மின்னோடியின் சுருளைகள் தறுவாய்ப் பிளவு மின்னோடி போன்றே இருக்கும். தொடக்கச் சுருளை ஒரு மின் தேக்கியின் வழியாக மின்

மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் (படம் 9 அ). இதனால் செலுத்தும் மின்னழுத்தத்தை முந்தும் தொடக்கச் சுருளை மின்னோட்டம் உருவாகிறது. பின்னர் உயர்ந்த தொடக்கத் திருப்பு விசையும் உயர்ந்த திறன் கூறும் கிடைக்கின்றன. மின்னோடி வேகம் பெற்றவுடன் தொடக்கச் சுருளைச் சுற்றை மைய ஈர்ப்புத் திறப்பானால் திறந்துவிடலாம். படம் 9இல் அதன் பண்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

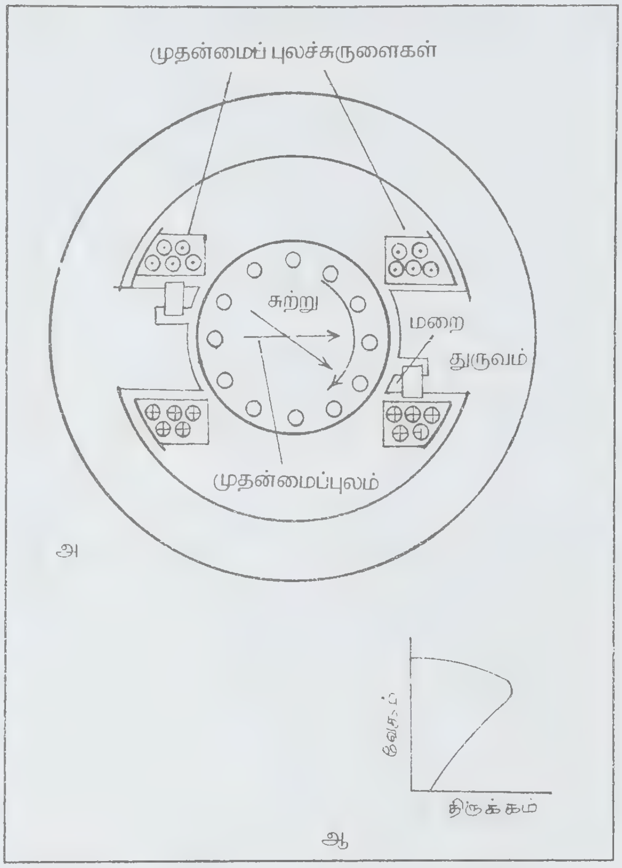
சில மின்னோடிகளில் இரு மின்தேக்கிகள் பயன்படுகின்றன. மின்னோடி முதலில் மின்னழுத்தத்தோடு இணைக்கப்படும்போது தொடக்கச் சுற்றில் இரண்டு மின்தேக்கிகள் இணையாகப் பயன்படுகின்றன. ஒரு மையவிலக்க இணைப்பு மாற்றியின் மூலம் ஒரு மின்தேக்கி விரைவாக அகற்றப்படுவதுடன் பிறிதொரு மின்தேக்கியைத் தொடக்கச் சுருளையுடன் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கும். இதனால் உயர் தொடக்கத திருக்க விசையும் தொடர்ந்து திறன்மிகு காரணியும் கிடைக்கின்றன.



படம் 9. மின்தேக்கி மின்னோடி

(அ) சுருளை இணைப்புகள், (ஆ) திசையிப் படம், (இ) சிறப்பியல்பு வரைபடம்

மறை – துருவ மின்னோடி. காற்றாடிகள் போன்று மிகு மின் திறனும் தொடக்கத் திருக்க விசையும் தேவைப்படாத இடங்களில் இவை பயன்படுகின்றன. மாறு மின்னோட்டத்தால் கிளர்வுறும் சிறப்புத் துருவம் கொண்ட நிலையகம், அணில் கூடு சுற்றகம் ஆகியவை பயன்படும். ஒவ்வொரு துருவத்திலும், துருவ முகப்பின் ஒரு பகுதி மறை சுருளையான குறுக்கிணைப்புச் சுருளையால் சுற்றத் தகுந்த இடைவெளி காணப்படும்.



படம் 10. மறை துருவ மின்னோடி

(அ) குறுக்குத் தோற்றம்
(ஆ) மாதிரிச் சிறப்பியல்பு வரைபடம்

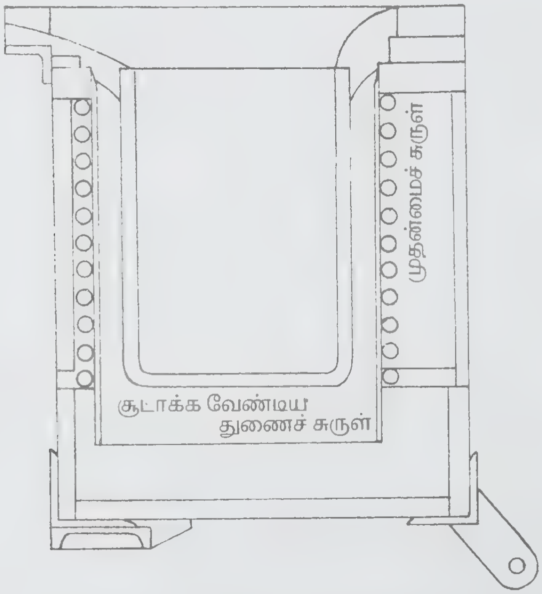
படம்10இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று துருவங்களுக்கிடையே முதன்மைச் சுருளை, புலத்தை உருவாக்குகிறது. மறை சுருளையால் அப்பகுதியில் செல்லும் பாயம் தாமதிக்கப்படுவதால் மறைக்கப்படாத பகுதியில் செல்லும் பாயத்தோடு இது பின் தங்குகிறது. துருவ முகப்பிற்குக் குறுக்கே ஒரு காந்தச் செயல்பாட்டை இது உருவாக்கும். இதன் விளைவாகத் துருவ முகப்பிற்கு எதிரேயுள்ள சுற்றகத் தண்டுகளுக்குக் குறுக்கேயும் காந்தச் செயல்பாடு உண்டாகிச் சுற்றகத்தில் ஒரு திருக்கத்தை உண்டாக்கும். இத்திருக்கம் முன் வகைகளில் கிடைப்பதைவிடக் குறைவாக இருப்பினும் போதுமானது.

– எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம்

இது ஒரு மிக அதிர்வெண் சூடாக்கும் முறை ஆகும். இது மின் மாற்றியின் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இயங்குகிறது. இதில் ஒரு முதன்மைச் சுருளும் சூடாக்க வேண்டிய உலோகமும் இருக்கும். முதன்மைச்சுருள் சூடாக்க வேண்டிய உலோகத்துடன் காந்தவியலாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பொதுவாக மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் மின்காந்தத் தூண்டலினால், துணைச் சுருளுக்குப் பரவும். இம்மின்னாற்றல் துணைச் சுருளின் வெளிப்புறத்தில் பயன்படுத்தப்படும். ஆனால், தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தில் (induction heating), மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், துணைச் சுருளான சூடாக்க வேண்டிய உலோகத்தில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படும். இம்மின்னோட்டம் துணைச் சுருளைச் சூடாக்கப் பயன்படும்.

தூணடப்பட்ட இம்மின்னோட்டம் சுழி மின்னோட்டம் (eddy current) எனப்படுகிறது. சுழி மின்னோட்டத்தின் அளவு முதன்மைச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு, முதன்மை மற்றும் துணைமைச் சுருள்களின் சுற்று விகிதம் (turns ratio), முதன்மைச் சுருளுக்கும் சூடாக்க வேண்டிய உலோகத்திற்கும் இடையே உள்ள தொலைவு, அதிர்வெண், சூடாக்க வேண்டிய உலோகத்தில் காந்த உட்புகு திறன் ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். மிகுதியாக இருக்க, மேற்கூறியவை தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தின் மூலம் கூடுதலாகக் கிடைக்கும் வெப்பமும் இருக்க வேண்டும்.



தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம்

காந்தமற்ற பொருள்களைச் சூடாக்கினால், சுழி மின்னோட்ட இழப்புகள் மட்டும் உண்டாகும். காந்தப் பொருள்களைச் சூடாக்கினால், சுழி மின்னோட்ட இழப்புகளுடன் காந்தத் தயக்க இழப்புகளும் (hysteresis losses) உண்டாகும்.

சுழி மின்னோட்டம் உண்டாக்கும் வெப்பத்தின் ஊடுருவு ஆழம் $\delta w = \sqrt{\frac{e}{\mu f}}$ எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

இதில் e - சூடாக்கும் பொருளின் தடைமை
μ - காந்த உட்புகும் திறன்
f - மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்

தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தின் சிறப்பியல்புகள். பொருளினுள் நேரடியாக வெப்பம் உண்டாக்கப்படுதல், சீரான வெப்பப் பரவல், இரைச்சல், புகை (fume), கதிர்வீசப்பட்ட வெப்பம் உண்டாகாமல் இருத்தல், சூடாக்கப்பட்ட பொருள்களைக் கடும்பதப்படுத்தும்போது உருக்குலைவு அடையாமலும் செதில்கள் உண்டாகாமலும் இருத்தல், தொடர்ந்து செயல்படும் மின்னுலைகள் தேவையில்லாமை, அரிய வளிம மண்டலத்திலும் வெற்றிடத்திலும் சூடாக்கம் நிகழ்தல், ஒரு பொருளின் குறிப்பிட்ட பகுதியை மட்டும் சூடாக்க இயலுமை, ஆற்றல் மூலத்திற்கும் சூடாக்க வேண்டிய உலோகத்திற்கும் எந்திர அல்லது மின் தொடர்பு இராமையால் சூடாக்கம் தொடர்ந்து நடைபெறுதல், சூடாக்கப்பட்ட எஃகைக் கடினப்படுத்தும்போது ஆக்சிஜனேற்றம் நடைபெற இயலாமை ஆகியவை இதன் சிறப்பியல்புகளாகும்.

பரப்புக் கடினமாக்கல். சுழல் தண்டு, ரம்பம் (saw blade) பற்சக்கரம்,இருசு போன்றவற்றின் ஒரு பகுதி தேய்மானத்திற்கும் பிறிதொரு பகுதி மிகு விசைக்கும் உட்படும். எனவே இவற்றைச் செய்யப் பயன்படும் பொருள்கள் தேய்மானம், விசை இவற்றைத் தாங்குவதுடன் கடினமாகவும் இருக்க வேண்டும். தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தின் மூலம் தேவையான பகுதியை மட்டும் சூடாக்கிக் கொள்ளலாம்.

ஆழக் கடினப்படுத்தல். துளையிடும் கருவிகள் (drills), திருப்புளி போன்றவற்றைத் தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம் மூலம் ஒரே சீரான ஆழத்துக்குக் கடினப்படுத்தலாம். இவ்வகைச் சூடாக்கத்தினால் பொருள்களினூடே மிகு ஆழத்திற்குக் கடினப்படுத்தலாம். இம்முறையில் குறைந்த மின்னாற்றலில் குறுகிய காலத்தில் கருவிகளைக் கடினப்படுத்தி உறுதியுடையனவாக ஆக்கலாம்.

பக்குவப்படுத்தல். எ.ஃகு போன்ற உலோகப் பொருளை அடுத்தடுத்து வெப்பமூட்டி அவற்றை மெதுவாகவும் சீராகவும் குளிரச் செய்வதன் மூலம் உறுதியும், நொறுங்குந் தன்மையும் அற்ற மிகு ஆற்றலை உண்டாக்கலாம். இவ்வாறு செய்வது பக்குவப்படுத்தல் (tempering) எனப்படுகிறது. பக்குவப் படுத்தலுக்குத் துல்லிய வெப்பக் கட்டுப்பாடு தேவை. இக்கட்டுப்பாட்டைத் தூண்டல் முறைச் சூடாக்கல் மூலம் பெறலாம்.

உருக்கிப் பிரித்தல். உலோகக் கலவை, தாது போன்றவற்றை உயர் அலைவெண்ணில் தூண்டல் சூடாக்க முறையில் உருக்கிப் பிரித்தலுக்கு உட்படுத்தலாம். உருக்கிப் பிரிக்கும் முறையை வளிமண்டலத்திலோ வெற்றிடத்திலோ நிகழ்த்தலாம்.

பற்றாசு வைத்தல். இதில் இணைக்க வேண்டிய புள்ளிப் பகுதிக்கு மட்டுமே வெப்பம் தேவைப்படும். பற்று பொருளின் (solder) பிற பகுதிகள் குளிர்ந்த நிலையில் இருக்கும். இதைத் தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தின் மூலம் பெறலாம்.

உருக்குதல். தகுந்த மின்னுலைகளைப் பயன்படுத்தி தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தின் மூலம் வெவ்வேறு உலோகங்களை அவற்றின் உருகு நிலைக்குச் சூடாக்கி உருக வைக்கலாம்.

குழாய்ப் பற்றுவைப்பு. பற்று வைத்து இணைக்க வேண்டிய குழாய்களின் விளிம்பு நுனிகளைத் தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம் மூலம் இணைக்கலாம். மேலும் தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம் சாயத்தை உலர்த்துதல், சிட்டங் கட்டல் (sintering), மருத்துவக் கருவிகளிலிருந்து நோய் நுண்மங்களை நீக்குதல் (sterilization) போன்றவற்றிற்கும் பயன்படுகிறது. திறன் மூலமாகப் (power source) பயன்படுத்தப்படும் கருவிகள், சூடாக்கல் பயன்பாட்டிற்குத் தேவையான அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து அமையும்.

தூண்டல் முறைச் சூடாக்கத்தில் இடம் பெறும் அதிர்வெண்கள்

அதிர்வெண்	திறன் மூலம்	பயன்பாடு
50/60 HZ	தொடர்	உருகுதல்
180 HZ - 3KHZ	திண்ம-நிலை	
50/60 HZ	தொடர்	உருட்டுதல், அடித்து வடித்தல் (forging), (forming)
180HZ-10KHZ	திண்ம-நிலை	
1-10 KHZ	திண்ம நிலை	வெப்பப் பதப்படுத்தல் (heat treatment)
200-500 KHZ	வெற்றிடக் குழாய் அலையியற்றிகள்	
10-50KHZ	திண்ம நிலை	உலோகங்களை இணைத்தல்
200-500 KHZ	வெற்றிடக் குழாய் அலையியற்றிகள்	

-எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தூண்டலும் அமைப்பாக்கமும்

பல உறுப்பமைப்புகளின் ஒருங்கிணைந்த செயல்பாட்டால் ஒரு கருவியின் இயல்பான வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. வளர்ச்சியின் தொடக்ககாலச் செல்களும், திசுக்களும் அவற்றிற்கு அருகில் அமைந்திருக்கும் மற்றத் திசுக்களிலிருந்து தூண்டு தன்மையினைப் பெறுகின்றன. தூண்டல் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு தொடக்கநிலைச் செல்களும் திசுக்களும் மாறுபாடு அடைந்து குறிப்பிட்ட உறுப்புகளை உருவாக்குகின்றன.

உறுப்பு ஊக்கி அல்லது உறுப்பமைவி. கரு வளர்ச்சியின்போது தன்னிடமுள்ள தூண்டு திசுக்களின் (inducing tissue) உதவியால் அருகில் அமைந்துள்ள செல்லையும் திசுக்களையும் தூண்டி முழுக்கருவை உண்டாக்கும் தூண்டல் அமைப்புக்கு உறுப்பு ஊக்கி அல்லது உறுப்பமைவி (organiser) என்று பெயர். ஊக்குவிக்கப்படும் செயல், தூண்டல் எனவும், அச்செயல் புரியும் அமைப்புகள், தூண்டல் அமைப்புகள் (inductors) எனவும், தூண்டப்படும் திசுக்கள், வினைபுரியும் திசுக்கள் (responsive tissues) எனவும் பெயர் பெறுகின்றன.

சில உறுப்பமைவிகள் ஆற்றல் மிக்கவாய் வளர்ச்சி முறையை முழுமையாகச் செம்மைப்படுத்துகின்றன. இவ்வுறுப்பமைவிகள் நீக்கப்படுமானால் வளர்கரு, உறுப்புகளைத் தோற்றுவிப்பதில்லை. இதற்கு மாறாகத் தொடக்க வளர்கருவில் பிறிதோர் உறுப்பமைவி பொருத்தப்பட்டால் இரண்டு வளர் கருக்கள் உண்டாகின்றன.

ஸ்பீமன் மயிர்முடிச்சு ஆய்வு. ஸ்பீமனும் அவர் ஆராய்ச்சி மாணவரான மங்கோல்டும் கருமுட்டையில்

எந்தெந்த பகுதிகள் உறுப்பு ஊக்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன என்பதைக் கண்டறிவதற்குப் பலவகை மயிர் முடிச்சு ஆய்வுகளைச் (ligature experiments) சலமாண்டர் என்னும் விலங்கில் நிகழ்த்தினர். முதலில் கருவுற்ற முட்டையைக் குழந்தை மயிரின் உதவியால், சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதி (grey crescent area) முட்டையின் இருபக்கங்களிலும், உட்கரு ஒரு பக்கத்திலும் இருக்கும்படி இறுக்கமிராமல் முடிச்சுப் போட்டு முட்டையை வளரவிட்டதில் உட்கரு இருக்கும் பக்கத்தில் மட்டும் செல் பிரிந்து 2, 4, 8, 16 என்றானது. உட்கரு இராத சாம்பல் நிறப் பிறைப் பகுதியுள்ள பாதி முட்டையில் எவ்விதப் பிளவிப் பெருக்கமும் (cleavage) நிகழவில்லை. கருமுட்டை 16 செல் நிலையை அடைந்தவுடன் மயிர் முடிச்சைச் சற்று தளர்த்தி உட்கரு இராத முட்டைப்பகுதிக்கு இந்தச் செல்களிலுள்ள ஓர் உட்கருவைச் செலுத்தி அதன் பிறகு இறுக்கமாக மயிர் முடிச்சைப் போட்டு இவ்விரு பகுதிகளையும் தனித்தனியே பிரித்து வளரவிட்டுப் பார்த்தபோது ஒவ்வொரு பாதியும் நன்கு வளர்ந்து ஒவ்வொரு முழுச் சலமாண்டரை உண்டாக்கியது.

அடுத்து, இதே போல் 32 செல் நிலையிலும் உட்கரு இராத பகுதிக்கு ஓர் உட்கருவைச் செலுத்திப் பிறகு இரண்டு பகுதிகளையும் தனித்தனியே பிரித்து வளரவிட்டபோது 16 செல் நிலையில் உண்டான சலமாண்டரைப் போன்றே இரண்டு முழுச் சலமண்டர்கள் உருவாகின. இதிலிருந்து பிளவிப் பெருகும் ஒவ்வோர் உட்கருவும் முழுமையான வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மரபியல் பொருள்களை எந்த நிலையிலும் கொண்டுள்ளமை புலனாகிறது. இதேபோல் கருவுற்ற முட்டையின் ஒரு பாதியில் மட்டும் சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதி இருக்குமாறு வைத்து, ஸ்பீமன் மற்றொரு மயிர் முடிச்சு ஆய்வு மேற்கொண்டபோது சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதியைக் கொண்ட முட்டையின் பகுதி இயல்பாக வளர்ச்சியுற, மறுபகுதி தசைத்திரளாக மாற்றமடைந்தமையைக் கண்டறிந்தார். இந்த ஆய்வு, சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதியின் இன்றியமையா மையைத் தெளிவாக்கியது. தொடர்ச்சியான ஒட்டுப் பதிவு (grafting) ஆய்வின் மூலம் ஓரடுக்குக் கருக்கோள நிலையிலும் (blastula) மூவடுக்குக் கருக்கோள நிலையிலும் (gastrula) சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதியின் இன்றியமையாமையை ஸ்பீமன் உறுதிப்படுத்தினார்.

உறுப்பமைவியாகச் செயல்படும் சாம்பல் நிறப் பிறைப் பகுதி தொடக்க மூவடுக்குக் கருக்கோள நிலையில், கருக்கோளத் துளையின் மேல் உதட்டுப் பகுதியிலும் (dorsal lip of blastopore), மூவடுக்குக் கருக்கோள நிலையில் மூலக் குடலின் கூரைப்பகுதியில் அமைந்துள்ள முதுகு நாண் நடுப்படைப் பகுதியிலும் (chordomesoderm) காணப்படும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு தொடக்க மூவடுக்குக் கருக்கோளத்தில் அதே வளர்ச்சி நிலையிலிருந்து எடுத்துச் செய்யப்பட்ட மேல் உதட்டு மாற்றுப் பதிப்பு, இயல்பான வளர்கருவின் அடிப்பகுதியில் மற்றொரு துணை வளர்கரு (secondary mesoderm) உருவாக வழி வகுத்தது. இந்தத் துணை வளர் கருவில் தலை , செவி , நரம்பியக் குழாய் (neural tube), வால்மொட்டு (tail loud), முதுகு நாண் (notochord), தசைக்கூறு (somites), சிறுநீரக நுண்குழாய் (urtnary tubules) மூலக்குடல் (archenteron) போன்ற உறுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியுற்றுக் காணப்படுகின்றன. இவ்வுறுப்புகளில் முதுகுநாண், தசைக்கூறுகளின் சில பகுதிகள் போன்றவை மாற்றுப்பதிப்புத் திசுக்களாலும் மற்றைய உறுப்புகள் விருந்தோம்பித் (host) திசுக்களாலும் உருவாகியுள்ளமை தெரிய வந்துள்ளது. இதிலிருந்து மாற்றுப் பதிப்புச் செய்யப்பட்ட மேல் உதட்டுப் பகுதியே வளர்கரு உண்டாவதற்கு அடிப்படை என்பது தெரிய வந்துள்ளது. எனவே ஸ்பீமனும் மங்கோல்டும் கருக்கோளத்தின் மேல் உதட்டை முதல் நிலை உறுப்பமைவி (primary organiser) என்றனர். சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதி, மேல் உதட்டுப் பகுதி, முதுகுநாண் நடுப்படைப் பகுதி போன்றவை உறுப்பு ஊக்கிகளாகச் செயல்படுவதை ஸ்பீமன், மங்கோல்டு ஆகியோரின் ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன.

நரம்பியத் தூண்டமைவி. புற அடுக்குச் (ectoderm) செல்களைத் தூண்டி நரம்புக்குழாயினை உருவாக்கும் உறுப்பமைவி, நரம்புக் குழாய்த் தூண்மைவி எனப் பெயர் பெறுகிறது. நரம்புக் குழாயாக மாற்றமடையும் புற அடுக்குச் செல்கள் தூண்டமைவிகளுக்கேற்பச் செயல்படும் தன்மை தொடக்க மூவடுக்குக் கருக்கோள நிலையில் மிகுதியாகவும், மைய மூவடுக்குக் கருக்கோள நிலையில் மேலும் மிகுதியாகவும், பின் மூவடுக்குக் கருக்கோள நிலையில் குறைவாகவும் காணப்படுகிறது என மேச்சிமர் என்பார், தம் மாற்றுப் பதித்தல் (transplantation) ஆய்வில் குறிப்பிடுகின்றார். நரம்புக் குழாய்த் தூண்டமைவியின் செயல்திறன் புறவடுக்குச் செல்களில் குறைவான கால அளவு மட்டும் செயல்படக்கூடியதாயுள்ளது எனத் தெளிவாகிறது. கருக்கோளத் துளையின் மேலடுக்குச் செல்கள் உள் உருண்டு முன்னோக்கி வரும்போது நரம்புக் குழாய்த்தூண்டு தன்மை உருவாகிறது.

முதுகுநாண் உயிரிகளில் உறுப்பமைவி. ஆம்பியாக்சஸ், வட்ட வாய் மீன்கள் (cyclostones), நீர் நில வாழ்வன போன்றவற்றில் கருக்கோளத் துளை மேல் உதடும், மூலக்குடலின் கூரைப் பகுதியும், மீன்களில் கருக்கோளத்தட்டின் (blastodisc) பின் விளிம்புப் பகுதியும், பறவை மற்றும் பாலூட்டிகளில் தொன்மைக் கீற்றின் (primitive streak) முன் முனைப் பகுதியும் உறுப்பமைவிகளாகச் செயல்படுகின்றன.

உறுப்பமைவிகளின் பிரிவுகள். தூண்டப்படும் உறுப்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு உறுப்பமைவிகளைத் தலை உறுப்பு ஊக்கி (head inductor) என்றும் உடல் உறுப்பு ஊக்கி (spinochordal inductor) என்றும் முதுகுநாண் பிரிக்கலாம். முதுகுநாண் முன்பகுதி தலை உறுப்புகளின் வளர்ச்சியையும் பின்பகுதி உடல் உறுப்பு மற்றும் வால் மொட்டின் வளர்ச்சியையும் தூண்டுவதால் இப்பகுதிகளுக்கு முறையே தலை உறுப்பு ஊக்கி என்றும் உறுப்பு ஊக்கி என்றும் பெயர்.

முன் முளை, மூக்கு போன்ற உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டக்கூடிய தலை உறுப்பு ஊக்கிக்கு மூலக்குடல் தலை உறுப்பு ஊக்கி (archencephalic inductor) என்றும், பின்மூளை செவி போன்ற உறுப்புகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டக்கூடியவற்றிக்கு டியூட்ரன் தலை உறுப்பு ஊக்கி (duteren cephalic inductor) என்றும் இரண்டு வகையாகப் பிரித்துள்ளனர்.

தொடர்ச்சியான தூண்டல் தன்மை. நீர் நில வாழ்வனவற்றின் வளர்ச்சியில் பல்வேறு நிலைகளில் திசுக்களின் ஒருங்கிணைப்புச் செயல் அமைந்துள்ளது. கண் மற்றும் செவி வளர் உருவாக்கத்தில் தொடர்ச்சியான தூண்டல் தன்மைகள் ஒன்றையடுத்து ஒன்று செயல்பட்டமை அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வுருவாக்கத்தின்போது முதுகுநாண் நடுப்படைப்பகுதி, அருகிலுள்ள புறவடுக்குச் செல்களைத் தூண்டி முதலில் நரம்புக் குழாயை உண்டாக்குகிறது. பிறகு இந்நரம்புக் குழாயின் தூண்டுதலால் முன்மூளையின் பக்கவாட்டில் இரு வெளி வளர்ச்சிகள் வட்டமான பைகளாக உருவாகின்றன. இவை கண் பைகள் (optic vesicles) எனப்படும். கண் பைகளின் தூண்டுதலால் தலைப்புற அடுக்கு வளர்ச்சியுற்றுக் கண் கிண்ணத்தையும் (optic cup) பிறகு உருப்பெருக்கு ஆடியையும் (lens) உருவாக்குகிறது. பிறகு கண்கிண்ணமும், ஆடியும் சேர்ந்து அருகிலுள்ள திசுக்களைத் தூண்டிக் கருவிழியையும் (cornea) நடு அடுக்குச் (mesoderm)செல்களைத் தூண்டி உறுதியான போர்வையையும் (sclerotic coat) உண்டாக்குகின்றன. கண் வளர் உருவாக்கத்தில் முதுகுநாண் நடுப்படைப் பகுதி முதல்நிலை ஊக்கியாகவும் கண்பைகள் இரண்டாம் நிலை ஊக்கியாகவும் கண் கிண்ணமும் ஆடியும் மூன்றாம் நிலை ஊக்கியாகவும் செயல்படுகின்றன. இதேபோல் செவி வளர் உருவாக்கத்திலும் தொடர்ச்சியான மூன்று தூண்டுதல் நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. இம்மூன்று நிலைத் தூண்டுதல்களில் ஏதாவது ஒரு நிலைத் தூண்டல் செயல்படாவிட்டாலும் வளர்ச்சி நிறைவுறுவதில்லை.

ஏனைய ஊக்கிகள். உறுப்பமைவின் திசுக்கள் நசுக்கப்பட்ட நிலையிலும், உறைய வைக்கப்பட்ட நிலையிலும் (frozen), கொல்லப்பட்ட நிலையிலும் செயல்திறன் கொண்டதாய் உள்ள தன்மை, ஜோகன்னஸ், ஹோல.்ப் பிரட்டர், ஸ்பீமன், மங்கோல்டு, வாடிங்டன் போன்ற ஆய்வறிஞர்களால் விளக்கப்பட்டுள்ளது. சில அமைப்புகளில் கொதிக்க வைக்கப்பட்ட நிலையில் மட்டுமே உறுப்பமைவிகள் செயல்திறன் அற்றுக் காணப்படுவதாய் அறியப்பட்டுள்ளது. நடு அடுக்கைத் தவிரக் கல்லீரல், சிறுநீரகம், தசை, உணவுக்குழாய், தோல் போன்ற வேறு பல திசுக்களும் தூண்டல் தன்மையுடையவையாய் அறியப்பட்டுள்ளன. பல்வேறு தொகுதிகளைச் சார்ந்த விலங்கினங்களின் திசுக்கள் நெருங்கிய உறவற்ற உயிரிகளில் தூண்டல் தன்மையை உண்டாக்குகின்றன. சான்றாக ஹைட்ரா, பூச்சி, மீன், ஊர்வன, பறவை, பாலூட்டி போன்றவற்றின் திசுக்கள்கூடச் சலமண்டரில் தூண்டுதலை உண்டாக்குவதைக் கண்டறிந்துள்ளனர். வாடிங்டன், பிராக்கே, ஹோல.்ப்.்.பிரட்டர் போன்றோர் சாயப்பொருளான மெத்திலின் நீலம், வலிமை குன்றிய கரிம அமிலங்களான அடினிலிக் லினோலினிக் போன்றவை தூண்டல் தன்மை கொண்டுள்ளமையை விளக்கினர். மிகு காரத்தன்மையும் மிகு அமிலத்தன்மையும் வாய்ந்த நீர்மங்கள்கூடத் தூண்டல் தன்மை கொண்டுள்ளமையை அறிந்துள்ளனர்.

தூண்டல் செயல்படும் விதம். உறுப்பமைவிகளுக்கும் செயல்படு திசுக்களுக்கும் இடையே எவ்விதத் நேரடித் தொடர்பும் இல்லை என்றும், உறுப்பமைவி களிலிருந்து வெளிப்படும் எவோகேட்டர் என்னும் வேதிப் பொருளே செயல்படு திசுக்களில் ஊடுருவிச் சென்று அவற்றைத் தூண்டி வினைபுரிகிறது என்றும் நியு, டிவிட்டி போன்றோர் கூறுகின்றனர். உறுப்பு அமைவுப் பொருள் RNAஐக் கொண்டோ, இராமலோ காணப்படும் புரத வகையைச் சார்ந்தது என்று யமாடா, டிட்மேன் போன்றோர் கூறுகின்றனர்.

உறுப்பமைவிக் கோட்பாடுகள். அச்சுக் செயல் வாட்டக் கொள்கை (gradient theory), ஒரு காரணிக் கொள்கை (one factor hypothesis), அயனிக் கொள்கை (ionic theory), புரத நீர்த்தல் கொள்கை என மூலக்கூறு அமைப்பு வழி உறுப்பமைவு தெளிவாக விளக்கப்படுகிறது.

அச்சுச் செயல்வாட்டக் கொள்கை. தூண்டமைப்புச் செயல்பாட்டில் இரு வேதிக் காரணிகளின் பங்கினைத் தெளிவுபடுத்துகின்ற அச்சுச்செயல் வாட்டக் கொள்கையை டோயிலோனின், யமாடா ஆகியோர் எடுத்துரைத்தனர். வளர்கருவின் மேற்புறத்தில் மிகுதியாகவும், பக்கவாட்டில் மிகக் குறைவாகவும் நடுநிலைப்படுத்தும் காரணியின் (neutralysing agent) அடர்த்தி இருப்பதாகவும் முன் முனைப்பகுதியில் குறைவாகவும் பின்முனைப் பகுதியில் மிகுதியாகவும் நடுவடுக்கு மேலுறைக்காரணியின் அடர்த்தி இருப்பதாகவும் கண்டறிந்துள்ளனர். முன், பின் முனை அச்சுவாட்டில் வளர்ச்சியுற்று அமைவுறும் பல்வேறு உறுப்புகள் நடுநிலைப்படுத்தும் காரணி, நடுவடுக்கு மேலுறைக்காரணி என்னும் இரண்டின் ஒருங்கிணைந்த

செயலின் விளைவால் ஏற்படுகின்றன. வளர் கருவின் முன் பகுதி உறுப்புகளை நடுநிலைப்படுத்தும் காரணியும் பின்பகுதி உறுப்புகளை நடுவடுக்குக் காரணியும் தூண்டி வளர்ச்சியடையச் செய்கின்றன. ஆனால் முன்பகுதிக்குச் சற்றுப் பின்புறம் இருக்கும் உறுப்புகள், நடுநிலைப்படுத்தும் காரணி மற்றும் நடுவடுக்குக் காரணிகளின் ஒருங்கிணைந்த தூண்டுதலின் விளைவாய் ஏற்படுகின்றன.

ஒரு காரணிக் கொள்கை. உறுப்பமைவிகள் ஒரே தூண்டு காரணியை மட்டும் வெளிப்படுத்திப் பல உறுப்புகளை வெவ்வேறு நேரங்களில் தூண்டுவித்துச் செயல்பட வைக்கின்றன என்னும் கொள்கையை நியூகூப் என்பார் எடுத்துரைத்தார். சான்றாக முதுகுநாண் என்னும் உறுப்பமைவி வெளிப்படுத்தும் ஒரு தூண்டு காரணி, புற அடுக்குச் செல்களைத் தொடக்க நிலையில் தூண்டி நரம்புத் திசுக்களையும் பிந்தைய நிலையில் தூண்டிப் பின் பகுதி உறுப்புகளையும் உண்டாக்கும்.

அயனிக் கொள்கை. ஒருங்கிணைந்த அயனிகள் பிரிந்து வருவதால் தூண்டு செயல் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் தனித்த அயனிகளுக்கும் இணைந்த அயனிகளுக்கும் இடையே விகித வேறுபாடு உண்டாகிறது. இந்நிலையில் விகித வேறுபாட்டை மையமாக வைத்து எல்.ஜே.பார்த் என்பார் இக்கொள்கையை விளக்குகிறார். சான்றாக ஊடகத்தில் சோடியம் குளோரைடின் அடர்த்தி 0.088 M ஆக இருக்கும்போது தவளையில் கருக்கோளத் தன்மை மேல்தோலைத் (presumptive epiderm'S) தூண்டி நரம்பு மற்றும் நிறமிச் செல்களை உண்டாக்குகிறது. ஆனால் இதன் அடர்த்தி பாதியாகக் குறையும்போது (0.044 M), நரம்பு மற்றும் நிறமிச் செல்களை உண்டாக்குவதற்குப் பதிலாக இது நடு அடுக்குச் செல்களைத் தூண்டித் தசை மற்றும் இடையூட்டுச் செல்களை உண்டாக்குகிறது. இதிலிருந்து இயல்பான கருவின் வளர்ச்சி, கரு வளரும் ஊடகத்தின் அயனி அடர்த்தியைக் கொண்டே அமையுமென்பது தெளிவாகிறது.

புரத நீர்த்தல் கொள்கை. புரதம் நீர்த்த நிலையை அடையும்போது நடைபெறும் இக்கொள்கையை ரான்சி என்பார் எடுத்துரைத்துள்ளார். சான்றாகத் தவளையின் சாம்பல் நிறப் பிறைப் பகுதி, முதுகு நாணை உண்டாக்கும்போது, சாம்பல் நிறப் பிறைப்பகுதியில் மிகுந்த அளவில் புரதம் நீர்த்த நிலையில் இருப்பதாயும், அடுத்து இதே முதுகு நாண், நரம்புக் குழாயை உண்டாக்கும்போது முதுகு நாணில் மிகுந்த அளவில் இருப்பதாயும் ரான்சி தம் ஆய்வில் கண்டறிந்துள்ளார்.

உறுப்பமைவிகளும் ஜீன்களும். ஒரு வளர் கருவிலுள்ள செல்லின் வளர்ச்சி நேரத்திற்கு நேரம் மாறுபடுகிறது. இம்மாறுபாட்டிற்கு ஜீன்களே காரணமாகின்றன. இக்கூற்றை மெய்ப்பிக்கும் பொருட்டு ஸ்கூட்டி என்பார், தவளை வளர் கருவின் கீழ்ப் புறத்திலிருந்து ஒரு தோல் துண்டை வெட்டியெடுத்துச் சாலமாண்டர் இளவுயிரியின் தலைப் பகுதியில் மாற்றுப் பதிப்புச் செய்தார். இதன் விளைவாகச் சலமண்டரில் காணப்படும் பற்கள் மற்றும் சமநிலைத் தாங்கிகளுக்குப் (balancers) பதிலாகத் தவளைத் தலைப்பிரட்டை (tadpole) முள்களை உடைய தாடைகளும் உறிஞ்சிகளும் காணப்பட்டன. இதிலிருந்து தவளைத் தோல் செல்லிலுள்ள ஜீன்களின் வழிகாட்டுதலின்படியே, சாலமாண்டரின் உறுப்பமைவி செயல்பட்டுள்ளமையைக் கண்டறிந்தார். எனவே உறுப்பமைவிகளின் செயல்பாடுகளை மரபியல் காரணிகளான ஜீன்களே கட்டுப்படுத்துகின்றன என்பது தெளிவாகிறது.

- இரா. பக்தவச்சலம்

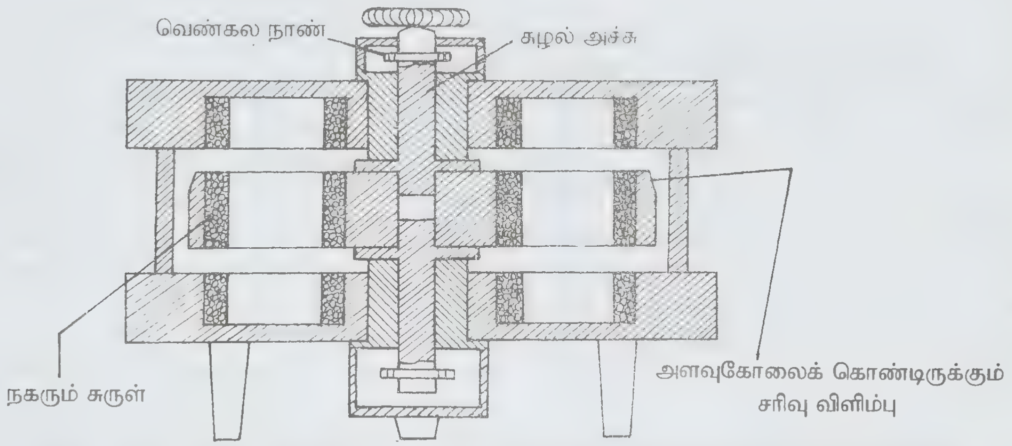
துணைநூல். N. Arumugam, *A Text Book of Embryology*, Fifth Edition, Saras Publication, Nagercoil, 1985.

தூண்டளவி

தூண்டத்தை அளவிடப் பயன்படும் கருவியே தூண்டளவி (inductometer) ஆகும். தூண்டத்தை அளவிடுவதற்கு மாறுமின்னோட்டச் சமனிகளில் நியமத் தூண்டங்கள் பயன்படுகின்றன. அவை நிலையான மதிப்புக் கொண்டவை. மின் சமனிகளில் மாறுபடும் மதிப்புக் கொண்ட தூண்டங்களும் தேவை. அவற்றோடு அளவிட வேண்டிய தூண்டங்களை ஒப்பிடும்போது சமச்சீர் பெறும் பொருட்டு அவற்றின் மதிப்பை மாற்றுதல் இன்றியமையாததாகும். இந்த நோக்கத்திற்காக மாறுபடும் தூண்டங்கள் பயன்படுகின்றன.

அசைவற்ற மற்றும் அசையும் சுருள்கள் இவற்றில் இடம்பெறும். தன் தூண்டமாகப் பயன்படும்போது அவை தொடரிணைப்பிலிருக்கும். அலைவெண் பிழைகளைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுச் சுருள்கள் பல்புரிக் கடத்திகளாகச் சுற்றப்படுகின்றன. உலோகப்பகுதிகளைத் தவிர்ப்பது இன்றியமையாதது.

புரூக்ஸ் லிவர் தூண்டளவி. இத்தூண்டளவியின் கட்டமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மொத்தம் ஆறு இணைப்பு வடிவிலான சுருள்கள் இதில் உள்ளன. இவற்றுள் நான்கு அசையாதவை; இரண்டு அசையக்கூடியவை.



புரூக்ஸ் லிவர் தூண்டளவி

இயங்குச் சுருள்களில் இயங்கச் சுருள்கள் போல் இரு மடங்குச் சுற்றுகள் உண்டு. 15 அங்குல விட்டம் உள்ள பேக்லைட் தட்டுகளில் இவை பதிக்கப்பட்டுள்ளன. மேல் மற்றும் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள இயங்காத் $\frac{7}{2''}$ தட்டுகள் தடிமன் கொண்டவை. பேக்லைட் தூண்களால் இவை பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

மையத்தட்டு மிகுதியான சுருள்களைத் தாங்கும் வண்ணம் தடிமனானது; சுற்று குறைந்த விட்டமும் ஒரு செதுக்கிய விளிம்பும் கொண்டது. அதன் மேல் 180^0 சுற்றளவில் அளவுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. கீழுள்ள நிலையான தட்டிலுள்ள ஒரு குறியீட்டுடன் சேர்ந்து மையத்தட்டில் உள்ள அளவுகள் அறியப்படுகின்றன.

மையக்கதிரின் இரு பாதிகளோடு பற்றுவைக்கப்பட்ட பாஸ்ஃபர், பிரான்ஸ் பகுதிகள் மூலம் இயங்குச் சுருள்களுக்கு இணைப்புக் கொடுக்கப்படுகிறது. சுருள்களின் பரிமாணங்கள் குறிப்பிட்ட நீளத்திற்கு உயர்ந்த தூண்டம் கொடுக்குமாறும் சீரான அளவீடுகளைக் காட்டுமாறும் தெரிந்தெடுக் கப்படுகின்றன.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

தூண்டி

ஒரு கம்பிச் சுருள் மூடிய சுற்றில் இருந்தால் அதில் பாயும் மின்னோட்டம் மாறும்போதோ, அருகிலுள்ள மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் மாறும் போதோ அது நகரும்போதோ, காந்தப் பாயம் மாறுவதால் மின்னியக்கு விசை தூண்டப் படுகிறது என்பதை ஃபாரடே விளக்கியுள்ளார்.

ஒரு கம்பிச் சுருள், மின்சுற்றின் உறுப்பாக இணைக்கப் பட்டிருந்தால் அது தூண்டி (inductor) எனப்படுகிறது. தூண்டி நேர் மின்னோட்டத்திற்குக் குறைந்த எதிர்ப்பும் மாறு மின்னோட்டத்திற்கு மிகு எதிர்ப்பும் கொடுக்கிறது.

ஒரு சுற்றில் இழக்கும் மின் திறன் அது நேர் மின்னோட்டத்திற்குத் தரும் தடையை ஒட்டி அமைவதால் ஒரு தூண்டியில் குறைந்த அளவு மின் திறனே இழக்கப்படுகிறது. மின் அடை (choke) உயர்ந்த தூண்டமும் குறைந்த தடையும் கொண்ட ஒரு தூண்டியாகும். இது குறைந்த திறன் இழப்போடு மாறு மின்னோட்டங்களைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். இரும்பு போன்ற காந்தப் பொருள் உள்ளகத்தில் கம்பிச் சுருளைச் சுற்றுவதன் மூலம் ஒரு தூண்டியின் தூண்டத்தை மிகுதியாக்கலாம். ஆகவே உயர் தூண்டம் கொண்ட தூண்டிகள் பொதுவாகக் காந்த உள்ளகம் கொண்டவை எனலாம்.

மின் மாற்றிகளில் மாறு மின்னழுத்தத்தின் அளவினை மாற்றுவதற்குக் கம்பிச் சுருள்களின் தூண்டத் தன்மை பயன்படுகிறது.

தூண்டிகள் எதிர் வினைப்பிகளிலும் பயன்படுகின்றன. ஒரு மின் சுற்றில் ஒரு தூண்டி மின்னோட்டத்திற்கு எதிர்ப்புக் (reactance) கொடுக்கும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

தூண்டில்

தூண்டில் மீன்பிடிப்பு வெளி நாட்டவருக்குப் பெரும்பாலும் பொழுதுபோக்கு நிகழ்வாகக் கருதப்பட்டாலும், வணிக முறையில் இது மிகவும் இன்றியமையாமை பெற்று வருகிறது.

தூண்டில் மீன்பிடிப்பு முறைகள். மீன்பிடிப்பில் பல வகைத் தூண்டில்கள் பயன்படுகின்றன. ஒரே ஒரு மீனை மட்டும் பிடிக்க ஏற்ற எளிய கைத்தூண்டிலிலிருந்து ஆயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட தூண்டில் முள் பொருத்தப்பட்ட நீண்ட கயிற்றுத் தூண்டில்கள் வரை தற்போது வழக்கத்தில் உள்ளன.

கைத்தூண்டில். இது எளிய தூண்டில் முறையாகும். நீண்ட மரக்குச்சி அல்லது மெல்லிய கம்பி, எடை மிகு ஈயக்குண்டு, வீச்சுக்கயிறு, தூண்டில் முள் போன்ற நான்கு பகுதிகள் கைத்தூண்டிலில் காணப்படுகின்றன. கைத்தூண்டில்களில் 5-12 தூண்டில் முள்கள் இடையிடையே கோர்க்கப்பட்டுள்ளன. சீனர்களின் செங்குத்தான நீண்ட தூண்டில் கயிறுகளில், முன்னும் பின்னும் தூண்டில் முள் கோக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறான தூண்டில்களில் நடுப்பகுதியைக் இயக்கும்போது, மீன்கள் எப்பகுதி இரையைப் பிடித்துள்ளன என அவ்வப்போது அறிந்து, அகப்பட்ட மீன்களை எளிதாக அகற்றிவிடலாம். பார்மோசா நாட்டில கைத்தூண்டில்கள், கால் விரல்களின் இடையில் வைக்கப்பட்டு இழுக்கப்படுகின்றன. தேர்ந்த மீனவர்கள் பல கைத்தூண்டில் கயிறுகளை ஒரே காலின் துணையோடு இழுக்க முடியும். ருமேனியா நாட்டில் மீனவர் தூண்டில் கயிறுகளை வாயில் மாட்டிக் கொண்டு கைகளால் தோணியை இழுத்துச் செல்வர். இவ்வாறாக வாயிலிருந்து செல்கின்ற கயிறு, காதின் மேல் செல்லுமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளமையால், மீன் அகப்பட்டால் எளிதில் உணர முடியும்.

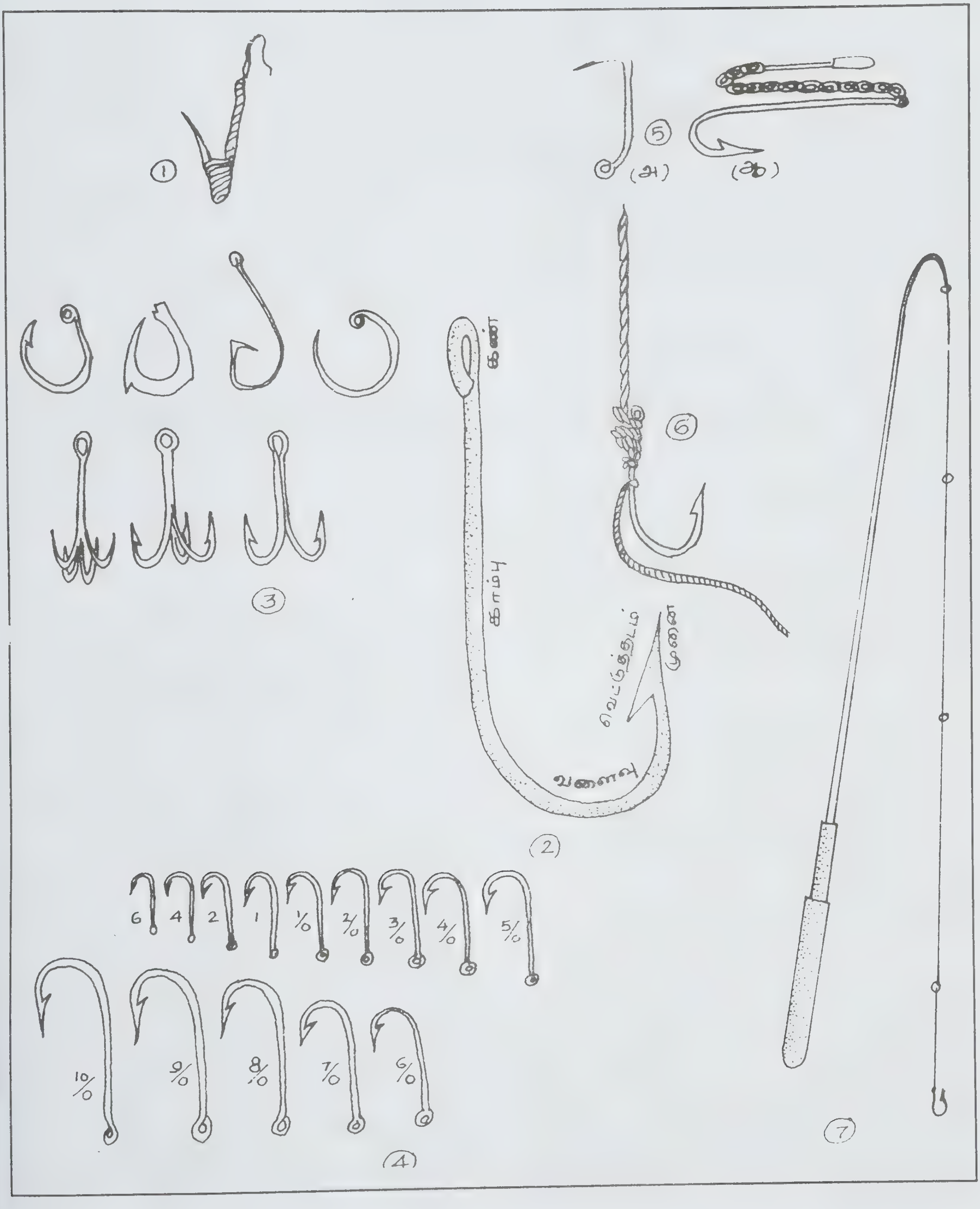
அண்மைக்கயிற்றுத் தூண்டில். கைத்தூண்டில் முறைகளில் இதுவும் எளிதானது. இதை 1000மீ. ஆழம் வரை பயன்படுத்தலாம். மீன்கள் உள்ள பகுதிகளில் இத்தூண்டில் கயிற்றை எறிந்து, அசைவற்று இருக்கச் செய்யும்போது, மீன்கள் இரையை அணுகிக் கடிப்பதை மீனவர் உணர முடியும். தூண்டில் கயிற்றின் ஒரு பகுதியைத் துண்டுக் கல்லில் சுற்றி மறு பகுதியைக் கையால் பிடித்துக் கொண்ட கல்லோடு தூண்டில் முள்ளைத் தொலைவில் எறிந்து பயன்படுத்துவது தொன்றுதொட்டு வரும் வழக்கமாகும். இவ்வாறு எறியும்போது, கல் தரைப்பகுதியைத் தொடும்போது கயிறு கல்லிலிருந்து விடுபடுவதும் கயிற்றுடன் இணைக்கப்பட்ட மிதவையின் உதவியால் தூண்டில் முள் மேலெழுந்து நீர்ப் பகுதிக்கு வருவதும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

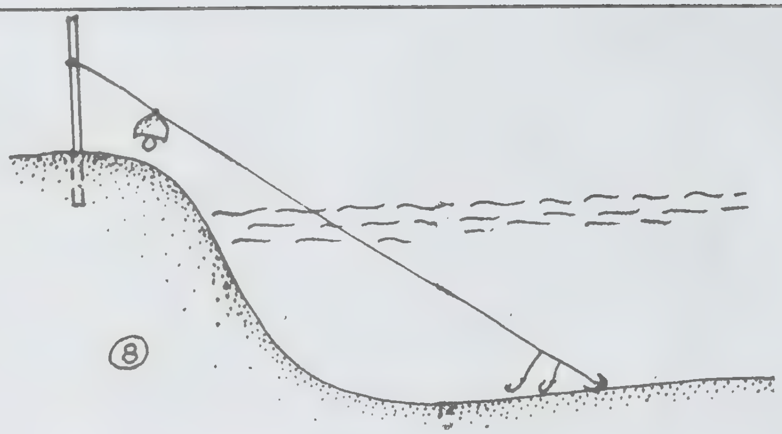
கம்புத் தூண்டில். இம்முறையில் முள் உள்ள ஒரு தூண்டில் கயிறு, ஒன்று அல்லது இரண்டு கம்புகளில் இணைக்கப்பட்டு இருவரால் படகிலிருந்து இயக்கப்படும். மீன் கூட்டத்தைக் கண்டவுடன் படகிலிருந்து கூடையில் உள்ள இரையைத் தூக்கி ஒருவர் எறிந்தவுடன், மீன் கூட்டம் படகை நெருங்கி இரையைப் பிடிக்க வரும்போது தூண்டில் கயிறு எறியப்படும்.

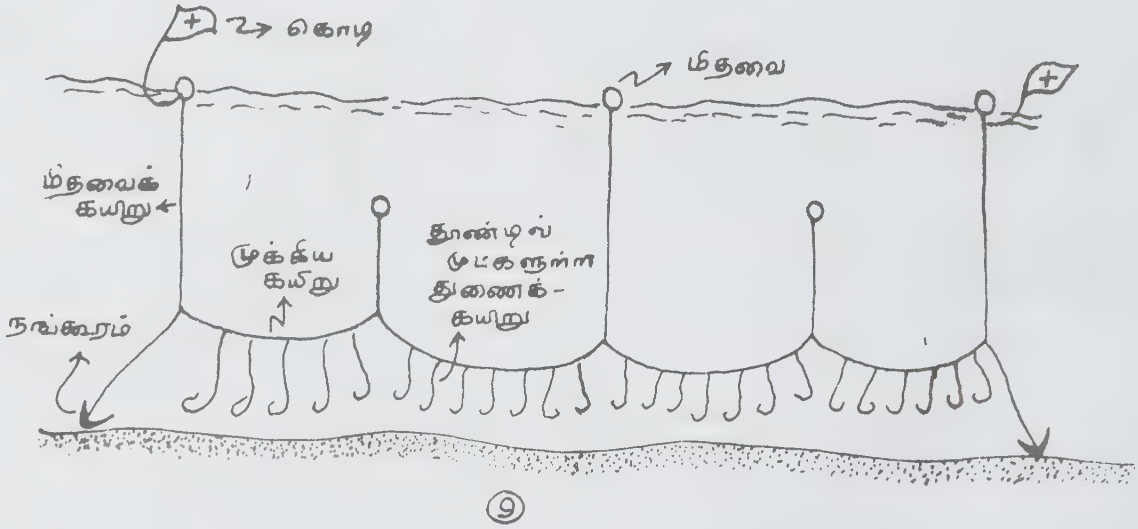
நிலை நிறுத்தப்பட்ட தூண்டில். தூண்டில்கள் நிலை நிறுத்தப்படுவதால் அருகில் மீனவர்கள் இருக்க வேண்டியதில்லை. தூண்டில் கம்புகளில் பல முள்கள் இணைக்கப்படும். இரவு மீன் பிடிப்பில் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது. மீன் பிடிப்புக் கம்பு கடற்கரையிலோ ஆழமற்ற பகுதிகளிலோ நன்றாக ஊன்றப்பட்டு, தூண்டில் முள் மட்டும் நீரில் மிதக்கவிடப்படும். தூண்டில் கயிறுகளில் சிறிய மணிகளைத் தொங்கவிடுவதால், தூண்டில் முள்ளை மீன்கள் கடிக்கும்போது உண்டாகின்ற மணியொலியைக் கேட்டுத் தொலைவில் உள்ள மீனவர் நெருங்கி வந்து மீனை எடுப்பர்.

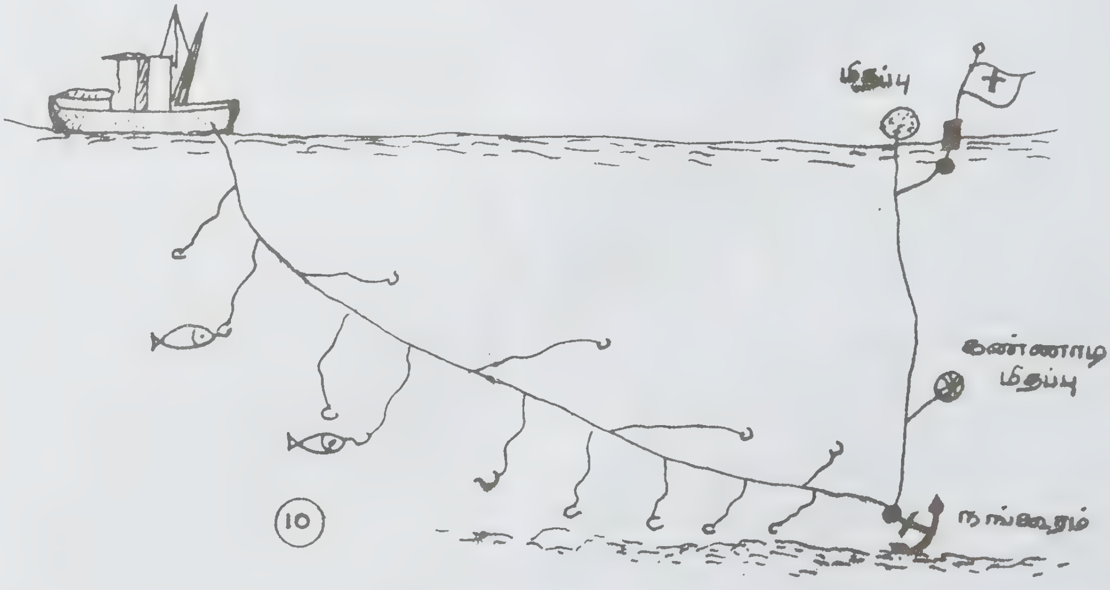
நீள் கயிற்றுத் தூண்டில். இதுவும் ஒருவகை நிலை நிறுத்தப்பட்ட தூண்டில் வகையைச் சாரும். இரு முனைகளிலும் நங்கூர மிதவை பொருத்தப்பட்ட நீளமான கயிற்றில், தூண்டில் முள் கொண்ட ஒரே நீளமுடைய துணைக் கயிறுகள் தகுந்த இடைவெளிகளுக்கிடையே விடப்படும். துணைக் கயிற்றின் நீளத்தைவிட இரண்டு மடங்கு இடைவெளி கயிறுகளுக்கு இடையில் இருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறான தூண்டிலுக்கு ஆயிரங்கால் தூண்டில் எனவும் பெயர். ஏனெனில் ஒவ்வொரு தூண்டிலும் ஏறத்தாழ 500-100 தூண்டில் முள்கள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. கயிற்றைத் தோணியிலிருந்து பிடித்துக் கொண்டு இயக்கும்போது, துணைக்கயிறுகளின் நீளம் போதிய அளவு நீரின் மட்டத்தைத் தொடும்படியாக இருக்க வேண்டும். ஆயிரங்கால் தூண்டில்களைச் சேறு மிகுந்த கடல் தரையில் பயன்படுத்தினால் தூண்டில் முள்களும் அவற்றில் கோக்கப்பட்ட இரைகளும் மண்ணில் புதைய, மீன்பிடிப்புப் பாதிப்படையக் கூடும். எனவே தூண்டில் இயங்கும் இடங்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் போதிய கவனம் வேண்டும்.

புதிய ஆயிரங்கால் தூண்டில். படகிலிருந்து இயக்கப் படும் நீண்ட சுமை மிகுந்த கயிற்றில் இரை கோக்கப்பட்ட பல தூண்டில் முள்கள் சிறு சிறு கயிறுகளில் ஆங்காங்கே இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இம்முறை மூலம் சுறா, நாக்கு மீன்


1
5
(அ)
(ஆ)
3
கண்
காம்பு
வெட்டுத்தடம்
முனை
வளைவு
2
6
6
4
2
1
1/0
2/0
3/0
4/0
5/0
10/0
9/0
8/0
7/0
6/0
4
7


8


கொடி
மிதவை
மிதவைக் கயிறு
முக்கிய கயிறு
தூண்டில் முட்களுள்ள துணைக் கயிறு
நங்கூரம்
9


மிதப்பு
கண்ணாடி மிதப்பு
நங்கூரம்
10

1. கம்புத் தூண்டில்	6. தூண்டில் முள்ளின் பகுதிகள்
2. மணி தொங்கவிடப்பட்ட நிலைத் தூண்டில்	7. வெவ்வேறு வளைவுப் பகுதிகளையும் காம்புகளையும் கொண்ட தூண்டில் முள்கள்
3. நீள் கயிற்றுத் தூண்டில்	8. பல்வேறு எண்களுள்ள தூண்டில் முள்கள்
4. தரைத் தூண்டில்	9. சுறா முள் (அ) சிப்பி முள் (ஆ)
5. தூண்டில் முள்ளாகப் பயன்பட்ட விலங்கின எலும்பு	10. இரை கோர்த்த நூல் பொருத்திய தூண்டில் முள்

போன்றவை மிகு அளவில் உலகின் பல பகுதிகளில் பிடிக்கப்படும். மிகுந்த ஆழத்தில் விடப்படு தூண்டில் ஒவ்வொன்றின் முனையிலும் நங்கூரமும் மிதவையும் மிதக்க விடப்படுவதுண்டு. மிதவைகளுக் கிடையே முனை ஒவ்வொன்றும் ஒரு மிதவையால் அடையாளமிடப்பட்டு ஒரு கொடியையும் கொண்டிருக்கும். இரவு நேரங்களில் இக்கூம்புகளுக்கு மேல், மின்கல விளக்குகளும் பொருத்தப்படும்.

ஓடு கயிற்றுத் தூண்டில். மிகப் பரந்த இடத்தில் உள்ள பெரிய மீன்களைப் பிடிப்பதற்கே ஓடு தூண்டில் கயிறுகள் பயன்படுகின்றன. இக்கயிறுகள் படகின் பின்புறம் கட்டி இழுத்துச் செல்லப்படும். இத்தூண்டில் ஒவ்வொன்றின் முனையிலும் ஒன்று அல்லது பல தூண்டில் முள்கள் இணைக்கப்படும். மீன்களைக் கவரவும் மீன்கள் இரைகளை எடுக்கத் தூண்டவும் இக்கயிறுகளில் கண்கவரும் நிறங்களையுடைய மீன், பூச்சி போன்றவற்றை வைப்பர். ஒளிவீசும் தன்மையைக் கொண்ட தூண்டில் முள்களையும் இக்கயிறுகளில் பயன்படுத்துவர். ஒன்று அல்லது இரண்டு கயிறுகளைத் தோணியிலிருந்து இழுப்பர். ஆனால் மிகுதியான அளவில் மீன்களைப் பிடிக்கப் பல கயிறுகளை இயக்கும்போது அவை ஒன்றோடென்று நெருங்குவதற்கு வாய்ப்புண்டாகும். இதனால் மீன்பிடிப்புத் திறன் பாதிப்படையக்கூடும். இதனைக் கருத்தில் கொண்டு தூண்டில் கயிறுகளுக்கிடையே இடைவெளி ஏற்படுத்த, தூம்புக் கட்டைச் சட்டங்கள் (out trigger beams) இணைக்கப்படும். ஓடும் படகிலிருந்து இக்கயிறுகள் இழுக்கப்படும்போது, கயிறு இணைக்கப்பட்ட நேராக நிற்கும் சட்டங்கள் 45° கோணத்தில் வைக்கப்படுகின்றன. மேலும் ஒவ்வொரு தூண்டிலும் ஓர் இழுவைக் கயிற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுத் தூண்டிலைப் படகுக்குக் கொண்டு வரும் ஏற்பாடுகளும் உள்ளன. படகுகள் ஒரே சமயம் 5-7 ஓடுகயிற்றுத் தூண்டில்களை இயக்க ஏற்றவாறு அவற்றின் தூம்புக் கட்டைச் சட்டங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

தரைத் தூண்டில். இவ்வகைத் தூண்டில்கள், கடலின் அடித்தளத்திலும் படகின் உதவியால் இயக்கப்படும். இங்கிலாந்து போன்ற மேலை நாடுகளில் ஏறத்தாழ 10 ஆயிரங்கால் தூண்டில் கயிற்றுப் பிரிவுகளை இணைத்து, ஒரே தூண்டிலாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றில் ஒவ்வொரு பிரிவும் 100 மீ. நீளத்தைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு பிரிவின் கயிற்றிலும் 2 மீட்டருக்கு ஒன்று என்னும் கணக்கில் இரை கோத்த முள் கொண்ட சிறு கயிறுகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு தொட்டியில் மேற்கூறிய 500 இரை கோத்த முள்களுள்ள தூண்டில் கயிறு சுற்றி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இயக்கும்போது தொட்டியிலுள்ள கயிற்றுமுனை ஒரு கொடி, மிதவை, நங்கூரம், தூக்கி எறியும் தடி ஆகியவற்றுடன் நீருக்குள் விரைவாகச் செலுத்தப்படும். அடுத்து இரண்டால் நங்கூரம், மிதவை, குறியிடு கருவி ஆகியவை படகிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டதும் மீனவர்கள் முதல் மிதவைக்குச் சென்று கயிற்றை வெளியெடுத்து மீன்கள் அகப்பட்டுள்ளனவா என்று பார்ப்பர். மீன்கள் போதிய அளவில் இருந்தால் மூன்று அல்லது நான்கு கயிறுகள் விடப்படுகின்றன. இந்நிலையில் முதற் கயிறு வெளியே இழுப்பதற்கு ஆயத்த நிலையில் இருக்கும். இத்தகைய மீன் பிடிப்பிற்கு 10 மீ. நீளமுள்ள ஒரு படகும், பணியாளர் இருவரும் தேவை.

எஃகு கம்பி வட ஆயிரங்கால் தூண்டில். மேற்கூறிய கயிற்றுத் தூண்டில்களுக்குப் பதிலாக எ்.கு கம்பிகளும் ஆயிரங்கால் தூண்டில்களில் பயன்படுகின்றன. இதில் ஒவ்வொரு பிரிவும் 400 மீ. நீளமுடையது. இக்கம்பிகள் 1 மீட்டருக்கு ஒன்று என்னும் அளவில் ஒரு தடைக் குமிழ் இருக்கும். இரை கோக்கப்பட்ட ஊடிணைப்புக் கம்பிகள் இடையிடையே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஊடிணைப்புக் கம்பிகள் உருளையின் மேல் சுற்ற முடியாமையால் இவற்றைத் தனியாக வாயகன்ற பெட்டிகளில் அடுக்கி வைத்துத் தேவைப்படும்போது இணைப்பர்.

தூண்டில் முள்கள். தூண்டில் முள்களில் அகப்பட்டுக் கொள்ளும் மீன்கள் தப்ப முயல்வதால், இவை மென்மையாகவும் வளையக் கூடியவையாகவும் இரா. முற்காலத்தில் தாவர முள்கள், விலங்குகளின் ஓடுகள், எலும்புகள் போன்றவை தூண்டில் முள்களாகப் பெரிதும் பயன்பட்டன. ஆனால் தற்காலத்தில் பித்தளை, செம்பு போன்ற உறுதியான உலோகங்களால் உருவாக்கப்பட்ட முள்கள் பயன்படுகின்றன. தூண்டில் முள்கள் துருப்பிடிக்காமலிருக்கப் பித்தளை, துத்தநாக முலாம் பூசப்படும். துருப்பிடிக்காத எ்.கு

(stainless steel) முள்களின் பயன்பாடும் தற்போது மிகுந்துள்ளது. சில நாடுகளில் தூண்டில் முள்கள் தங்கம், வெள்ளி போன்ற விலையுர்ந்த உலோகத் தகடுகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளமையும் குறிப்பிடத்தக்கது.

தூண்டில் முள்ளின் பகுதிகள். ஒவ்வொரு தூண்டில் முள்ளும், தலை அல்லது கண், காம்பு, வளைவு, வெட்டுந்தடம், முனை போன்ற பகுதிகளைக் கொண்டி ருக்கும். தலைப்பகுதி தூண்டில் கயிற்றைப் பொருத்த ஏற்றவாறு அமைந்திருக்கும். காம்பின் நீளமும், அமைப்பும் பயனைப் பொறுத்து மாறுபடும். தூண்டில் கயிற்றைக் கடித்துத் தப்பிச் செல்லக்கூடிய மீன்களைப் பிடிக்க, நீண்ட காம்புகளைக் கொண்ட தூண்டில் முள்கள் தேவை. மேலும் வளைவுப் பகுதியின் அமைப்பும், பருமனும் தேவைக் கேற்றவாறு மாறுபடக்கூடும். தூண்டிலின் வளைவுப் பகுதி வட்டமாகவோ கோண வடிவாகவோ இருக்கலாம். முனைப்பகுதி நேராகவோ எதிர் அல்லது உட்பக்கமாகவோ வளைந்து காணப்படலாம். வெவ்வேறு அமைப்புகளைக் கொண்ட வளைவுப் பகுதிகளையும் காம்புகளையும் கொண்ட தூண்டில் முள்களை ஒன்று சேர்த்து ஒரே சமயத்தில் தேவையைப் பொறுத்துப் பயன்படுத்தலாம்.

தூண்டில் முள்ளின் வகைகள். தூண்டில் முள்களை வகைப்படுத்துவதில் ரெட்டிட்ச் அளவு முறை, புதிய அளவு முறை என இரு முறைகள் கையாளப்பட்டு வருகின்றன. முதல் முறையில் 18ஆம் எண் மிகச் சிறிய முள்ளையும், அதற்கு அடுத்து வரும் முள்கள் படிப்படியாக எண்ணில் குறைந்து முதல் எண் வரையும், அதன்பின் 1/0, 2/0 என்னும் எண்களாகவும் மாறும். புதிய அளவு முறையில மிகச் சிறிய முள்கள் 0000 அல்லது 000 என்னும் குறியீட்டிலும், பெரிய முள்கள் வரிசையாக 1,2,3 என்னும் குறியீட்டிலும் அமையும். எடுத்துக்காட்டாக, இரண்டாம் முறையில் முதல் எண், 2ஆம் எண் முள்ளைவிடச் சிறியதென்பது விளங்கும். பல்வேறு தூண்டில் முள்கள் எண் குறியீடுகளோடு இருந்தாலும் பயனிற்கேற்றவாறு சுறா முள், சிப்பி முள், சூறை முள் எனப் பெயரிடப்படும்.

இரை பொருத்தப்பட்டுள்ள தூண்டில் முள்களை மீன்கள் கடிக்கும்போது, தூண்டில் முள் மீனின் தாடைப் பகுதியைத் துளைக்கும். இதைக் கருத்தில் கொண்டு, தூண்டில் முள்ளின் திறனை அதிகரிக்கப் பல அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ள வெட்டுந்தடம் உள்ள தூண்டில் முள்கள் தற்போது பயன்படுகின்றன. தூண்டில் கயிற்றைத் தொய்வு ஏற்படாதவாறு பயன்படுத்தும்போது வெட்டுந்தடம் அமைந்த தூண்டில் முள்கள் தேவைப்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, ஆழ்கடலில் நீண்ட தூண்டில் கயிறுகளைப் பயன்படுத்திச் சூறை போன்ற மீன்களைப் பிடிக்கும்போது, உடனடியாகப் பிடிபட்ட மீன்களை அகற்ற வேண்டுவதால், இக்கயிறுகளில் வெட்டுந்தடம் அற்ற தூண்டில் முள்களே பெரிதும் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில், இவ்வாறான கயிறுகளில் வெட்டுந்தடம் உள்ள தூண்டில் முள்ளைப் பயன்படுத்தும்போது, எளிதில் மீன்களை அகற்ற முடியாமலும், விரைவாகத் தூண்டில் கயிறுகளை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்த முடியாமலும் போகலாம்.

பொழுது போக்குக்காகத் தூண்டில் மீன் பிடிப்பவர்கள், பிடித்த மீன்களைக் காயமின்றி மீண்டும் கடலில் விடுவதற்காக, வெட்டுந்தடம் அற்ற தூண்டில் முள்களையே பெரிதும் பயன்படுத்துவர். தூண்டில் முள்களில் இரை உறுதியாகப் பொருத்தப்படுவதற்கு வெட்டுந்தடம் தேவையாக இருப்பினும், வெட்டுந்தடம் தூண்டில் முள்ளின் கூரிய முனைப் பகுதியில் அமைய வேண்டியதில்லை. இதைக் கருத்தில் கொண்டு பழங்கால மீனவர்களின் தூண்டில் முள்களில் இரையைக் குத்தி வைக்க ஏற்ற வெட்டுந்தடம், முனைப் பகுதியிலிருந்து தள்ளியே வைக்கப்பட்டது. உள் வளைவுப் பகுதியில் வெட்டுந்தடம் அமைந்த தூண்டில் முள்கள் ஐரோப்பா, ஆசியா மற்றும் ஆப்பிரிக்கக் கடல்களில் பயன்படுகின்றன. எனினும், இரையை உறுதியாகப் பிடிக்க ஏற்றவாறு வெட்டுந்தடம் வளைவின் வெளிப் பகுதியில் அமைந்த தூண்டில் முள்கள் தென் அமெரிக்கா மற்றும் ஓசியானியா நாட்டுக் கடல்களில் பயன்படுகின்றன. வளைவின் வெளிப்பக்கத்தில் மூன்று வெட்டுந்தடங்கள் அமைந்த தூண்டில் முள்களும் பழங்காலத்தில் பயன்பட்டுள்ளன.

- இரா. சந்தானம்

துணைநூல். A.V. Brandt, *Fish Catching Methods of the World*, Fishing News Books Ltd., London, 1972.

தூண்டில் மீன்

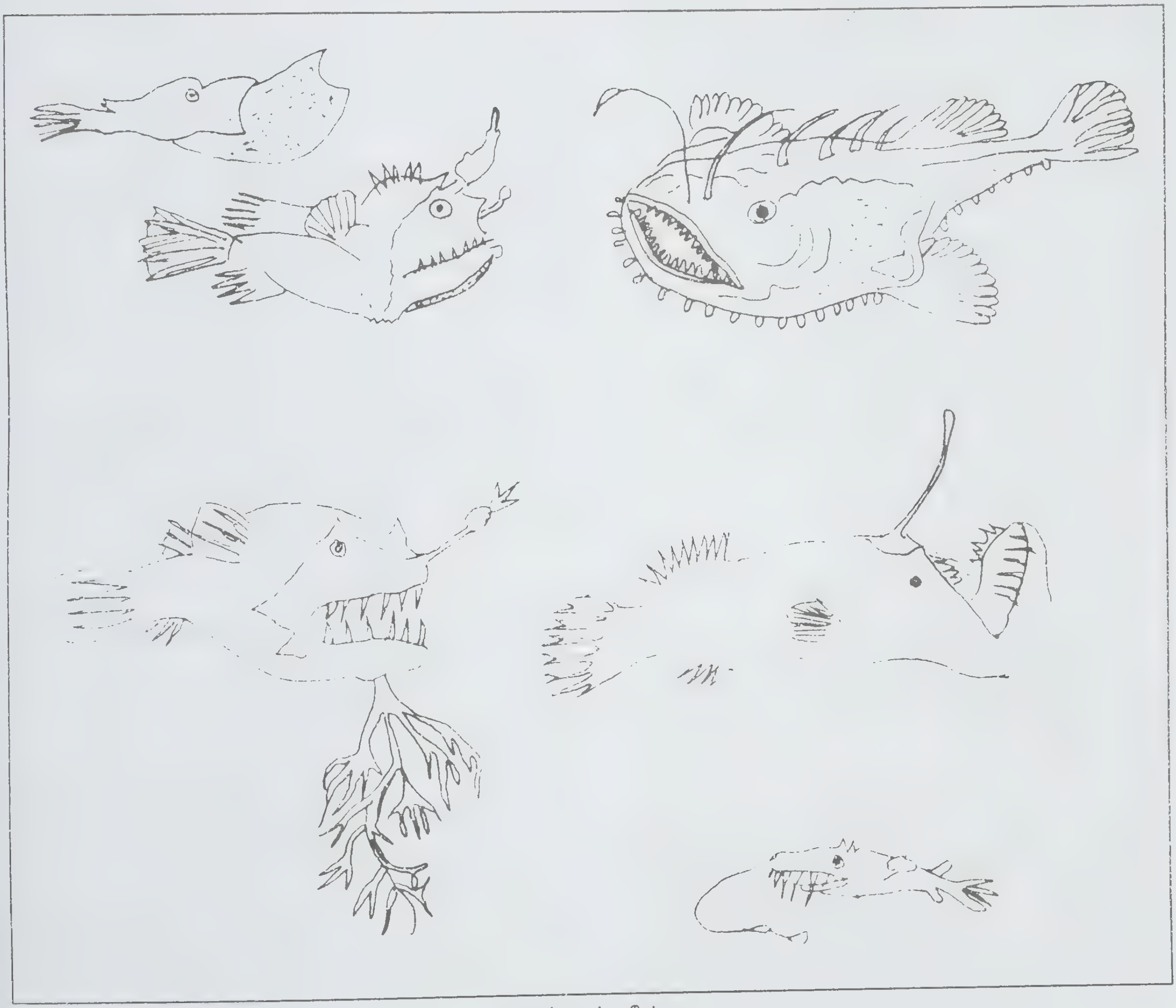
இது முதுகெலும்பிகளாகிய அக்காந்தோப்டெரிஜி வரிசையில், பெடிக்குலேட்டி உள் வரிசையைச் சார்ந்த மீனாகும். இது ஒளியற்ற இருண்ட பகுதியாகிய ஆர்கடலில் வாழ்கிறது. உடல், செதில்களற்றோ, முள் அல்லது எலும்புப் புடைப்புகளால் மூடப்பட்டோ இருக்கும். வாய் அகன்று இருக்கும். முள்ளுடைய முதுகுத் துடுப்பின் ஆரைகள் (dorsal fin rays) இரையை ஈர்க்கும் தூண்டிலைப் போன்று அமைந்துள்ளமையால் இது தூண்டில் மீன் என்னும் பெயர் பெற்றது. எ-டு. லோ.ஃபியஸ் (*Lophius*), ஆன்டெந்நேரியல் (*Antennarius*), லைனோ.ஃப்ரைன் (*Linophryne*), மெலனோசீட்டஸ் (*Melanocetus*), லேசியோநேத்தஸ் (*Lasiognathus*), ஃபோட்டோகோரினஸ் (*Photocorynus*) போன்றவை.

தூண்டில் மீன் தன் வாழ்க்கையை முற்றிலும் இருள் நிறைந்த கடல் ஆழத்திலேயே கழிக்கிறது. இதன் தூண்டில் போன்ற அமைப்பு ஒரு குமிழ் போன்ற வடிவம் பெற்று,

வேண்டும்போது ஒளியுமிழக் கூடியதாகக் காணப்படுகிறது. இவ்வொளியுமிழ் உறுப்பு ஏனைய மீன்களைக் கவர்வதன் மூலம் இம்மீனுக்கு இரை கிடைக்கவும் உதவுகிறது. லைனோ.்.ப்ரைன், மெலனோசீட்டஸ், லேசியோநேத்தஸ் போன்ற தூண்டில் மீன்களில் இத்தகைய குமிழ் வடிவத் தூண்டில் அமைப்பைக் காணலாம்.

பிரிட்டானியக் கடற்கரைப் பகுதியில் மிகுந்து காணப்படும் லோ.்.பியஸ் மீனின் உடல் மேலிருந்து கீழ் நோக்கித் தட்டையாக உள்ளது. தொண்டைப் பகுதியை நோக்கி அமைந்துள்ள பற்களும் முதுகுத் துடுப்பின் முதல் முள்ளும் வளையக்கூடிய, சவ்வு போன்ற அமைப்பில் முடிவுற்று ஆழ்கடல் பகுதியில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

சில வகைத் தூண்டில் மீன் சவ்வால் தன் உடலை மூடிக் கொள்கிறது. இத்தகைய நீர் நிரம்பிய சவ்வுத் திசுக்களின் அடர்த்தியும் சுற்றியுள்ள கடல் நீரின் அடத்தியும் சமமாக உள்ளமையால் மிகக் குறைந்த முயற்சியுடன் தன் மட்டத்திலேயே மிதக்கிறது. தூண்டில் மீன் கடலில் அடித்தளத்தில் புதையுண்டு சாய்வான நிலையில் கிடக்கும். இம்மீனின் தலைப் பின்புறத்திலிருந்து தொடங்கி, குமிழுடன்



தூண்டில் மீன்

முடியும் தூண்டிலிழை மிக வேகத்துடன் நீரில் வீசப்படும்போது சிக்கும் மீன்களைக் கவர்ந்து அருகில் ஈர்த்து அவற்றைப் பிடித்து விழுங்கும்.

ஓர் உறுப்பின் படிமலர்ச்சி மாற்றத்திற்கும் உடலின் ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு உறுப்புகள் இடம் மாறுவதற்கும் எடுத்துக்காட்டாக இந்தத் தூண்டில் உறுப்புகள் உள்ளன. இவை, சிலவற்றில் தொடு உணர் இழையாகவோ (sensory filament) சிலவற்றில் எதிரிகளைத் தாக்குவ தற்கேற்ற உறுப்பாகவோ மாறுதல் அடைந்துள்ளன. ஆனால் தூண்டில் மீன்களில் ஒரு தூண்டில் உறுப்பாக மாறி இருப்பதுடன் ஒளியுமிழ் உறுப்பாகவும் மாற்றம் பெற்றுள்ளது. பின்புறம் இருந்த முதுகுத் துடுப்பு இடம் மாறித் தூண்டில் மீன்களின் தலை நுனியில் இடம்பெற்றுள்ளமையால் இரையைக் கவரவியலுகிறது.

∴போட்டோகோரினஸ் எனப்படும் ஆழ்கடல் வாழ் தூண்டில் மீனின் இனப்பெருக்கமுறை குறிப்பிடத்தக்கது. குஞ்சுப் பொரித்தவுடன் ஆண் குஞ்சுகள் பெண்குஞ்சுகளின் உடலில் தம்மை இணைத்துக் கொண்டு வாழ்கின்றன. இது ஒரு புதுமையான ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை ஆகும் (parasitism) இடுக்கி போன்ற அமைப்புடைய ஆண் மீனின் வாய், பெண் மீனின் உடலோடு ஒட்டிக் கொள்வதால் பெண் மீன்கள் குஞ்சுகளை எளிதாகச் சுமக்கின்றன. பிறகு அவற்றின் திசுக்கள் இணைகின்றன. தொடர்ந்து அவற்றின் குருதி ஓட்டங்கள் ஒன்றுபடுகின்றன. ஆண் குஞ்சு நிலையாகப் பெண்ணுடன் ஒட்டிக் கொண்டு பெண்ணால் ஊட்டம் பெற்றுச் செழித்து வளர்கிறது.

- ஜி.எஸ். விஜயலட்சுமி

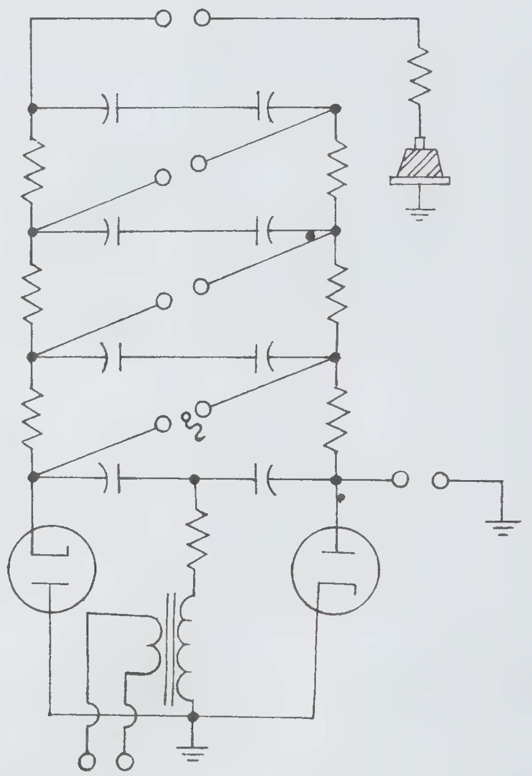
துணை நூல். R. Alexander, *Functional Design in Fishes*, Hutchinson University Library, London, 1970.

தூண்டுகை ஆக்கி

உயர் மின்னழுத்தம், உயர் மின்னோட்டம் அல்லது உயர்திறன் ஆகியவற்றின் குறுகிய அமைப்புகளை உருவாக்கும் ஒரு மின்னியல் கருவியே தூண்டுகை ஆக்கி (impulse generator) எனப்படும். மின் கருவிகளை மின்னியல் மற்றும் திறப்பு அமைப்புகளுக்காகவும் மின் காப்புப் பொருள்களின் வலுவினை ஆய்வு செய்யவும் உயர் தூண்டுகை அழுத்தங்கள் பயன்படுகின்றன. பக்கவாட்டில் இணைக்கப்பட்ட மின்தேக்கிகளை மின்னிறக்கம் செய்வதன் மூலம் உயர்மின்னோட்டத் தூண்டுகை உருவாக்கப்படுகிறது.

இத்தகைய மின்னோட்டத் துடிப்புகள் நிலை காந்தங்களை உருவாக்கவும் வட்டத்துகள் முடுக்கிகளில் காந்தப்புலத்தை உயர்த்தவும் பயன்படுகின்றன.

மார்க்ஸ் என்பார், மின் தேக்கிகளைப் பக்கவாட்டு இணைப்பில் மின்னேற்புப் பெறச் செய்து, தொடர் நிலை இணைப்பில் மின்னிறக்கம் செய்யும் முறையைக் கண்டறிந்தனர். பொதுவாக, அழுத்தத் தூண்டுகை ஆக்கிகள் மார்க்சின் கோட்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளன.



படம் - நான்கு நிலை மார்க்ஸ் தூண்டுகை ஆக்கி

படத்தில் மின்னூட்டத் தடைகள் மின்தேக்கி மூலம் பக்கவாட்டு இணைப்பில் மின்னேற்புச் செய்யப்படுகின்றன. பின்னர் மின்தேக்கிகள் தொடர் நிலையில் இணைக்கப்பட்டு, மின் பொரி இடைவெளிகள் G இல் ஒரே நேரத்தில் பொரித் தாண்டல் ஆய்வுப் பொருள் மின்னிறக்கம் செய்யப் படுகின்றன.

முதல் மற்றும் இரண்டாம் மின்தேக்கிகளுக்கு இடையே உள்ள மூன்று மின் இடைவெளியில் மைய மின்முனையில் தேவையான மின்னழுத்தம் அளிப்பதன் மூலம் மின்னிறக்கம் விரைவுபடுத்தப்படுகிறது.

10 - 20 லட்சம் வோல்ட்கள் வரை பொதுவாகக் கிடைத்தாலும் நிலத்திற்கு 75 லட்சம் வோல்ட் வரை பெற இயலும். அலையின் வடிவம் வேகமான உயர்வையும் குறைவான வேகத்தில் சுழிக்குக் குறைவதையும் காட்டுகிறது.

$$V \propto (e^{-mt} - e^{-nt})$$

இதில் V என்பது மின்னிறக்கம் தொடங்கி t நொடிகளுக்குப் பிறகு கன மின்னழுத்தம், m மற்றும் n சுற்றின் பல்லடுக்குக் குறைவு மாறா எண்கள்.

தொழிலியல் ஆய்வகங்களின் அலை வடிவங்கள் 0.5-5, 1-10 மற்றும் 1.5-40 ஆகும். இவற்றின் முதல் எண் மின்னழுத்த அலையின் உச்சத்திற்கான நேரத்தையும் மைக்ரோ நொடிகளிலும் இரண்டாம் எண் அலையின் இறுதிப் பகுதிக்கு ஒரு பாதி மின்னழுத்தத்திற்கான நேரத்தையும் குறிக்கும்.

மின் கடத்திகளின் இயற்கை மின்னலால் தூண்டப்படும் கனமாறி மின்னழுத்தங்களைப் (transient voltages) போன்று மின்னிறக்கங்கள் செயல்படுகின்றன. பல லட்சம் வோல்ட் மின்னழுத்தமும் 25,000 ஆம்பியருக்கு மேல் மின்னோட்டமும் கொண்ட மின்னாற்றலுடைய கனமாறி மின்னணுத் துடிப்புகளும் கிடைக்கப் பெறுவதுண்டு.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

தூய்மைக் கேட்டு நுண்ணுயிரியல்

பல்வேறு வழிகளில் மனித இனத்திற்குத் தீங்கிழைக்கும் நுண்ணுயிரிகளைப் பற்றிய அறிவியல் தூய்மைக்கேட்டு நுண்ணுயிரியல் (pollution microbiology) ஆகும். மனித உடலின் மீதும் பல விலங்குகளின் மீதும் புரோடியஸ், சூடோமோனஸ், சர்சினா போன்ற நுண்ணுயிரிகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. பல பாக்டீரியாவும் பூசணங்களும் காற்றுடனும் உணவுடனும் கலந்து மூச்சுப்பை, உணவுப்பைகளை அடைகின்றன. அவற்றில் எஸ்செரிச்சியா கோலை (*Escherichia coli*) ஸ்டெ∴பைலோகாக்கஸ் (*staphylocous*) போன்றவை குடலில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

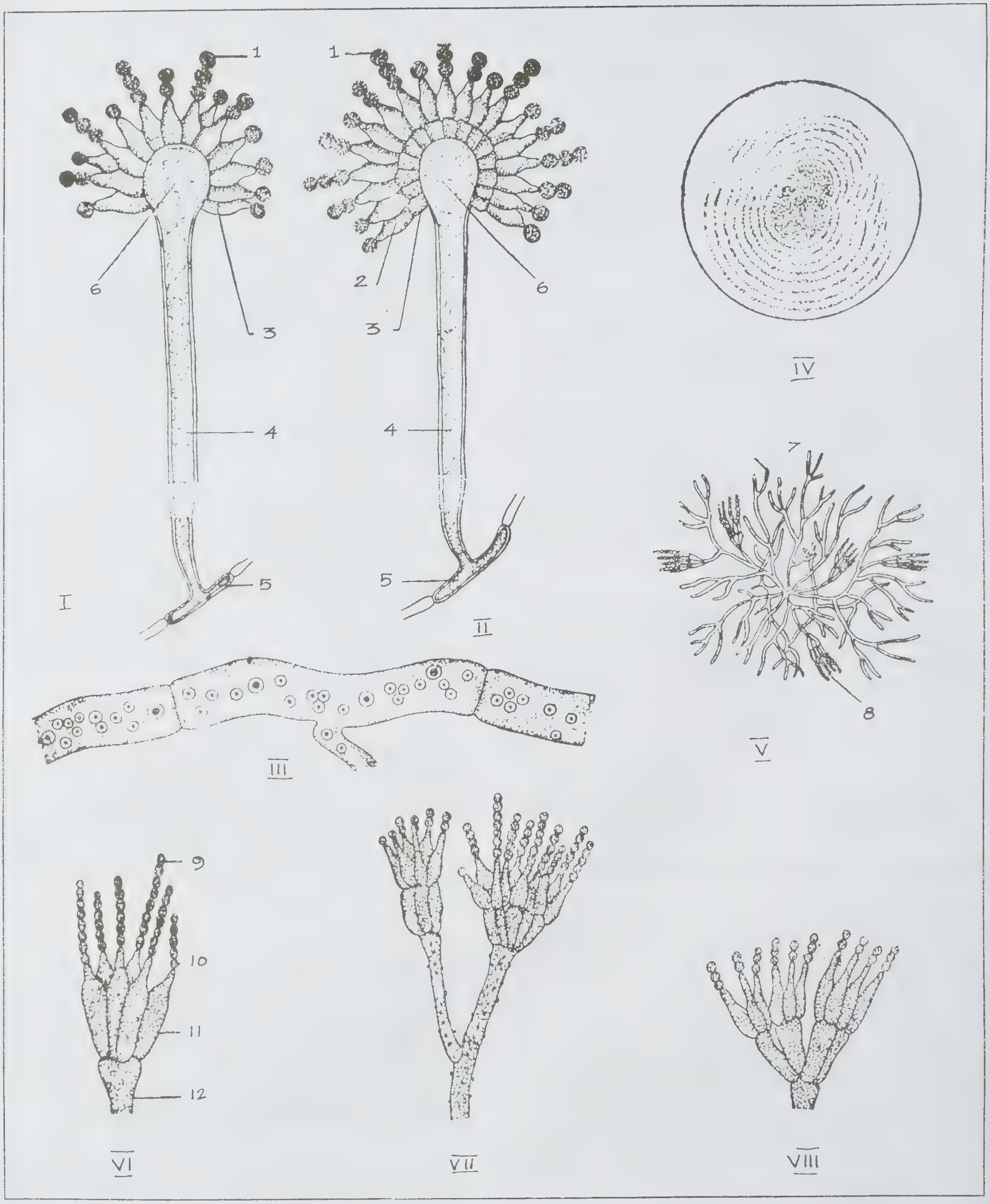
உணவுப் பொருள்களின் மீதும் நீரிலும் பல்வேறு வகையான நுண்ணுயிரிகள் காணப்படுகின்றன. உட்கொண்டபின் அவற்றுள் பெரும்பாலானவை உடலுக்குள் சென்று அழிந்துவிடுகின்றன. குடலிலேயே தங்கிவிடும் ஒருசில நுண்ணுயிரிகள், சில மணி நேரம் குடலில் செயல்பட்டுத் தீக்குளித்து வெளியேறுகின்றன. உணவுப் பொருள்களை வந்தடையும் நுண்ணுயிரிகள் உணவுப் பொருள்களைக் கெடுத்துத் தீமை செய்கின்றன. ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் (*Aspergilus*) பெனிசிலியம் (*Penicillium*) ரைசோ∴பஸ் (*Rhizophus*) மியூகர் (*Mucor*) போன்ற பூசணங்கள் தானியங்களில் வளர்ச்சியடைந்து, பெருங்கேட்டினை விளைவிக்கின்றன. தானியங்களிலிருந்து செய்யப்படும் ரொட்டிப் போன்ற உணவுப் பொருள்கள் பூசணங்களாலும், பாக்டீரியாவினாலும் தாக்கப்பட்டுப் பாழடைகின்றன. சமைக்கப்பட்ட சோற்றிலும் அவை வளர்ந்து கேடு விளைவிக்கின்றன. பல பூசணங்களும், பாக்டீரியாவும் காய்கறி, கனிகளைத் தாக்கி அழுகச் செய்கின்றன.

இறைச்சியால் தயாரிக்கப்படும் உணவுப் பண்டங்களைப பல்வேறு நுண்ணுயிரிகள் தாக்கி அழிக்கின்றன. சூடோமோனஸ் மைக்ரோகாக்கஸ், வியூகோனாஸ்டாக் போன்ற பாக்டீரியாவும், பெனிசிலியம், மியூகர் போன்ற பூசனங்களும் இறைச்சிப் பொருள்களைத் தாக்கிப் பாழ்படுத்துகின்றன. மீன் வகைகள், சூடோமோனஸ், அக்ரமோபேக்டர் செர்ரேசியா சார்சினா போன்றவற்றால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

உணவுப் பொருள்களின்மீது காணப்படும் சில நுண்ணுயிரிகள் பல்வேறு நச்சுப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்ய அவை உணவில் கலந்துவிடுவதால் மக்களுக்குத் தீமைகள் தோன்றுகின்றன. ஸ்டெபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸ் (*Staphytococcus aureus*) என்னும் பாக்டீரியா எஸ்டீரோடாக்சின் (enterotoxin) என்னும் நச்சுப் பொருளை மாட்டிறைச்சி, கோழி இறைச்சி போன்ற உணவுப் பொருள்களின் மேல் வளரும் போது உண்டாக்குகிறது.

கிளாஸ்ட்ரிடியம் பெர்∴பிரின்ஜென்ஸ் (*Clostridium perringers*) என்னும் பாக்டீரியா பல்வேறு இறைச்சி, மீன் போன்ற உணவுப் பொருள்களின் மீது வளர்ந்து ஒரு வகை நச்சுப் பொருளினை உண்டாக்கும். இந்நச்சுப் பொருள் கலந்த உணவினை உட்கொண்டால் 8 - 22 மணி நேரத்தில் வயிற்றுவலியும் பகுதியும் ஏற்படும். இதிலிருந்து விடுபடுவதற்குக் குறைந்தது 24 மணி நேரம் ஆகும்.

சால்மொனெல்லா (*Salmonalla*) என்னும் பாக்டீரியா இறைச்சி வகை, உலர்ந்த முட்டைத்தூள், மற்ற உணவுப்


1
1
2
3
3
4
4
5
5
6
6
7
8
9
10
11
12
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII

I. ஒரு வரிசையுடைய உறை வித்து

II. இரு வரிசையுடைய உறை வித்து

III. தடுப்புகளும் உட்கருக்களும் மிகுந்த பூசண

1. இதழ் வித்து
2. துணை உறை வித்து
3. முதன்மை உறை வித்து
4. கனி விதை
5. உணவுச் செல்
6. குமிழி

IV. பெனிசிலின் கூட்டம்

V. உறை வித்துப் பூசனம்

VI. தொடர்ச்சியான விதையுடைய உறைப்பைகள்,

VII. பெனிசிலியம் லானோசோ கேரூவியத்தின் உறை வித்து,

VIII. பெனிசிலியம் வெர்மிகுலேட்டத்தின்

7, 8. உறை வித்துப் பூசண இழை, பெனிசிலிஸ்,
9, 10, 11 தொடர் உறைப்பைகள், உறை, வித்துகள்,
12. வித்துக் காடுகள்

பொருள்களின் மீது சாதாரண தட்பவெப்ப நிலையிலேயே நன்கு வளரும். உண்ட 12-24 மணி நேரத்திற்குள் தலைவலி கக்கல், வயிற்றுவலி, கழிச்சல் முதலியவை தோன்றும்.

தானியத்தில் ஈரப்பசை மிகுந்திருந்தால் ஆஸ்பெர்ஜில்லஸ் ஃபிளேவஸ் (*Aspergillus flavus*) என்னும் பூசணம் நன்கு வளர்ந்து அஃப்ளடாக்சின் (Aflatoxin) என்னும் நச்சுப் பொருளை உண்டாக்குகிறது. பேசில்லஸ் (*Bacillus*) கிளாஸ்டிரிடியம், புரோடியஸ், சர்சினா போன்ற பாக்டீரியாக்கள் பாலைக் கெடுத்துவிடும். செர்ரேசியா மார்செஸ்சன்ஸ் (*Serratha marcesceus*) என்னும் பாக்டீரியா பாலில் சிவப்பு வண்ணத்தை வெளியேற்றிக் கரைத்துவிடுவதால் பால், நிறம் மாறிக் கெட்டுவிடுகிறது.

நீர்நிலைகளில் பல்வேறு வழிகளில் தூய்மைக்கேடு நிகழ்கிறது. தொழிற்சாலைகளின் கழிவுப் பொருள், வேளாண் தொழிலின் கழிவுப் பொருள், சாலைகளில் ஓடும் ஊர்திகளின் கழிவுப் பொருள், நகர மக்களின் கழிவுப்பொருள் ஆகியன ஆறு, ஏரி, குளம், குட்டை கிணறு இவற்றின் நீரில் கலந்து கேடு விளைவிக்கின்றன. கடற்கரையிலோ அதற்கு அருகிலோ உள்ள நகரங்களிலிருந்து வெளியாகும் கழிவுப்பொருள் கடல் நீரில் கலந்து அங்கு வாழும் உயிரினங்களை அழிக்கிறது. தொழிற்சாலை ஊர்திகளிலிருந்து வெளியாகும் நச்சுப் புகை வளிமங்கள் காற்றின் தன்மையை மாற்றிவிடுகின்றன. அதனால் விண்ணிலிருந்து கிடைக்கும் கதிரவனின் ஒளித்தன்மையும் மாறிவிடுகிறது. இம்மாற்றம் சூரிய வெளிச்சத்தின் ஆதரவில் வாழும் செடி கொடிகளையும் பாதிக்கிறது. நீரிலுள்ள உயிரினங்கள் கழிவுப் பொருள்களால் மாண்டுவிடுவது போல, நன்மைதரும் பல நுண்ணயிரிகளும் அழிந்து கொண்டிருக்கின்றன.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். W.C. Frazier, *Food Microbilogy* Mc.Grauwn Hill Book Company, New York, 1967.

தூய்மைக்கேடு சட்டம்

இயற்கை வளங்கள் யாவும் தன் வளர்ச்சியின் பொருட்டே படைக்கப்பட்டன என்னும் எண்ணத்தில் மனிதன் செயல்பட்டு வந்தமையால் இயற்கைச் சமநிலை சீர்குலையத் தலைப்பட்டது. இதன் விளைவாக நீர், காற்று மண் ஆகியவற்றின் தூய்மை குன்றியது. சுற்றுப்புறத் தூய்மை குன்றிக்கொண்டே வந்து, மக்களுக்கும் மற்ற உயிரினங் களுக்கும் தீங்கு விளைவிக்கும் நிலையினை அடைந்தபோது மாந்தர் இதனை உணரத் தொடங்கினர். இயற்கையளித்த வளங்களை, மக்கள் இயற்கை சார்ந்த வழிகளில் துய்க்கும்போது இன்னல் ஏதும் நிகழவில்லை. இயற்கை வளங்களை அளவுக்கு மிஞ்சி இயற்கைக்கு முற்றிலும் ஒவ்வாத நிலையில் துய்க்கும்போது வறட்சி, பஞ்சம், வெள்ளப்பெருக்கு, நோய் முதலியவற்றின் மூலம் இயற்கை தன் சீற்றத்தினை வெளிப்படுத்தத் தொடங்கியது.

இயற்கை வளங்களை அளவுக்கு மிஞ்சிப் பயன்கொள்தல் உலகெங்கும் பரவிய செய்கையாதலால் விளைவுகளும் உலகளாவியுள்ளன. இதனை உணர்ந்த உலக நாடுகள் யாவும் தத்தம் இயற்கைக்கேற்பச் சில நடவடிக்கைகளை மேற்கொண்டு இத்தூய்மைக்கேட்டினைச் சீர்படுத்த முயன்றன. ஆனால் இதனை முழுமையாகத் தடுத்திடும் முறைகளைத் தரப்படுத்தவில்லை. 1972 ஆம் ஆண்டு ஜூன் திங்களில் இந்தியா உட்பட அனைத்து உலக நாடுகளும் ஸ்டாக்ஹோமில் கூடிச் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு மற்றும் மேம்பாடு பற்றிய உரிய நடவடிக்கைகள் எடுப்பது என்று முடிவெடுத்தன. இந்தியாவிலும், சுற்றுச்சூழல் பலவகைகளில் மாசுபட்டுப் பல தீங்குகள் விளைந்துள்ளன. சில பகுதிகளில் தொழிற்சாலையிலிருந்து வெளிப்படும்

கழிவுநீர், நில நீரை மாசுபடுத்தி, பாசனத்திற்கும், குடிப்பதற்கும் பயனற்றதாக்கியது. கழிவுநீரில் கலந்துள்ள வேதிப்பொருள் களினால் மக்களுக்குப் பல நோய்கள் உண்டாயின. தொழிற்சாலைகள் உமிழும் புகையினால் காசநோய், தோல் நோய் போன்றவை பரவுகின்றன. தொழிற்சாலையிலிருந்து வெளிவரும் புகையினால் நுண்ணுயிரிகள் மற்றும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி குன்றுகிறது; கால்நடை, பறவை, மற்ற உயிரினங்கள் ஆகியன சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுவதால் இன்னலப்படுகின்றன.

சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுவதனைத் தடுத்திட இந்திய அரசு 1986ம் ஆண்டு ஒரு சட்டம் இயற்றியது. இச்சட்டத்தின் பல்வேறு கூறுகள் வருமாறு :

சுற்றுச்சூழலில் நிலம், நீர், வளி, விலங்குகள், தாவரங்கள், நுண்ணுயிரிகள் முதலியவற்றின் இயக்கமும், மக்கள் இயக்கமும் அடங்கும்.

சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுத்தி (Pollutant) என்பது திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருளாகும். சுற்றுச்சூழலுக்குத் தீங்கு விளைவிக்குமளவு மண், வளி, நீர் ஆகியவற்றில் ஓரளவுக்கு மேல் மாசு மிகும்போது மாசுபடுகிறது.

சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பு, சுற்றுச்சூழலின் தன்மைகளை மேம்படுத்தல், சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுவதைக் கட்டுப்படுத்தல், தவிர்த்தல் மற்றும் குறைத்தல் பற்றிய அனைத்து நடவடிக்கைகளையும் மேற்கொள்ளுதல், இது தொடர்பாக மாநில அரசுச் செயல்களை ஒழுங்கமைத்தல்.

மாசுபட்ட பொருளின் மாதிரி (sample) கொள்ளும் முறை. தொழில் நிறுவனங்களைத் தேடுதல் அல்லது கைப்பற்றுதலை மேற்கொண்டு 94ஆம் சட்டப்பிரிவின்படிப் பற்றாணைப் (warrant) போன்ற அதிகாரங்களைப் பயன்படுத்தி இந்தியாவில் ஜம்மு-காஷ்மீர் பகுதியிலும் நடவடிக்கை எடுத்தல்.

நடுவண் அரசோ அதன் அதிகாரியோ, மாசுபட்ட பகுதி-தொழிற்சாலை மற்றும் எந்த இடத்திலிருந்தும், காற்று, நீர், மண், மற்றப் பொருளின் பகுதியினைப் பகுப்பாய்வுக்கு எடுக்க அதிகாரம் வழங்கல்.

தற்போது நடைமுறையிலுள்ள சட்டத்தின் விதிகளின் படிச் செயல்படுதல், சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுவதைத் தடுத்தல், மட்டுப்படுத்தல், குறைத்தல் பற்றி நாடு தழுவிய வகையில் திட்டமிட்டுச் செயல்படுத்தல், சுற்றுச்சூழலில் பல கூறுகளைத் தரப்படுத்தல். பல்வேறு வகைகளில் வெளியாகும் மாசுபடுத்திகளைத் தரப்படுத்தல். இவ்வாறு வெப்பம், ஒவ்வொரு வகை மாசுபடுத்தியின் தன்மை அல்லது உள்ளடக்கம் (composition) ஆகியவற்றைத் தரம் பிரித்தல்.

மாசுக்களை வெளியேற்றும் தொழிற்கூடங்களின் செயலாக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்தல் அல்லது செயல் முறைகளைக் குறைத்தல், செயல்படும் பரப்பினைக் குறைத்தல் மற்றும் சட்டத் திட்டங்களினால் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளை மேற்கொண்டு விபத்துகள் நேராது காத்தல், அவ்வாறு நேர்ந்த விபத்துகளுக்குக் கழுவாய்த் (remedy) தேடுதல், தீங்கு விளைவிக்கும் பொருள்களைக் கையாளும் முறைகளை அறுதியிடல்,

சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுத்தும் பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கும் தொழிலியல் முறைகளையும், பண்டங் களையும் (substances) கண்காணித்தல். சுற்றுச்சூழல் மாசுபடுதல் பற்றி ஆழ்ந்த ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளுதல்.

தொழிற்கூடங்களையும் எந்திரங்களையும் உற்பத்தி செய்து இவை தொடர்பான பொருள்களையும் (materials) ஆய்வு செய்து சார்ந்த அலுவலர்களும் மற்றவர்களும் மாசுத் தடுப்பு, கட்டுப்பாடு, குறைத்தல் போன்ற நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளப் பணித்தல்,

மாசுக்களை ஆய ஆய்வகங்கள் போன்ற அமைப்புகளை நிறுவுதல்.

சுற்றுப்புறச் சூழல் மாசுபடுதல், அதனைத் தடுத்தல், குறைத்தல் பற்றிய செய்திகளைச் சேகரித்துப் பொதுமக்களிடையே பரப்புவதற்குக் கையேடுகள், நெறிமுறைகள், சட்டத் தொகுப்புகள் (codes) முதலியவற்றினை வெளியிடுதல், மேலும் இது தொடர்பான பல நடவடிக்கைகளை நடுவண் அரசு மேற்கொள்ளும்.

மாசுபடுவதனைத் தடுக்கும் பொருட்டு நடுவண் அரசு தன் ஆணையின்படிப் பணியாற்றிட ஓர் அமைப்பினை உருவாக்கும். இவ்வமைப்பிற்கு ஏற்ற அலுவலரைப் பணியமர்த்தி உரிய பணிகளை நடத்தப் பணியாகும். இவ்வலுவலர் மாசுபடுத்தி, தீங்கு விளைவிக்கும் தொழிலின் செயல்முறைகளை மூடவோ, முறைப்படுத்தவோ, முடக்கவோ அதிகாரம் பெற்றிருப்பார். இத்தொழிற்சாலைக்கு நீர் அல்லது

மின்சாரம் வழங்குவது அல்லது இன்றியமையாத மற்றச் சேவைகளை நிறுத்தி வைத்தல் அல்லது முறைப்படுத்தல் போன்ற அதிகாரம் பெற்றிருப்பார்.

இப்பிரிவில் குறிப்பிட்ட அனைத்து வகையான நிலைகள் பற்றியும், தேவையான விதிகள் பற்றியும் மக்களிடையே கருத்துப் பரப்பிட நடுவண் அரசுக்கு முழு அதிகாரம் உண்டு.

பல பகுதிகளில் நீர், காற்று, மண், இரைச்சல் முதலியவற்றின் உச்ச அளவுகளை அறுதியிட்டுத் தரம் பிரித்தல், தீங்கு நேராத, தற்செயல் பேரிடர் விளைவிக்கும் பொருள்களை விலக்குதல் மற்றும் குறைத்தல்.

தொழிற்சாலைகள் அமைவதனை விலக்குவதும், குறைப்பதும், அவற்றின் செயல்பாடுகளையும், உற்பத்தி முறைகளையும் நெறிப்படுத்தலையும் மாசுபடுவதனால் விபத்துகள் விளையா வண்ணம் காத்திடும் முறைகளையும், அவ்வாறு விபத்து நேர்ந்தபோது எடுக்க வேண்டிய கழுவாய்களையும் கவனித்தல்,

தொழிற்சாலை நடத்துவோர் குறிப்பிட்ட தரத்திற்கு மிஞ்சிய மாசுப் பொருள்களை வெளியேற்றுவதனைத் தடுக்க வேண்டும். தற்செயல் பேரிடர் விளைவிக்கும் பொருள்களைக் கையாள்வோர் அவ்வப்போது அறிவிக்கப்படும் பாதுகாப்பு முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

எதிர்பாராதவிதமாகச் சுற்றுச்சூழலை மாசுபடுத்தும் கழிவு அல்லது அதனைச் சார்ந்த பொருள்கள் வெளிப்படுமாயின் தொழில் நடத்துவோர் அவ்வாறு மாசுபடுவதை உடனடியாகச் சரிப்படுத்த கடமைப்பட்டவர் ஆவர்.

இதற்கெனப் பணியமர்த்தப்பட்ட முகவரிடம் (agent) மாசு வெளியாவதையும், வெளியாகலாம் என்பதையும் தெரிவிக்க வேண்டும்; தொழில் நடத்துவோர் இது தொடர்பாகத் தேவையான அனைத்துத் தகவல்களையும் அரசுக்கு அளித்திட வேண்டும்.

மாசுபடும் பொருள் வெளியாகும் என்று ஐயுறும்போது இதற்கென அமர்த்தப்பட்ட அலுவலர் மாசுப் பொருள் வெளியாவதை உடனடியாகத் தடுக்க உரிய நடவடிக்கை மேற்கொள்ள வேண்டும். இந்நடவடிக்கைகளால் ஏற்படும் செலவுகளை இத்தொழில் நடத்துவோர் வட்டியுடன் அரசுக்குச் செலுத்த வேண்டும்.

நடுவண் அரசு பணியமர்த்திய மாசுக்கட்டுப்பாட்டு அலுவலர், தொழிற்சாலையிலிருந்து மாசு வெளியாகும் வாய்ப்பு, அளவு, தரம் முதலியவற்றினை நேரில் ஆய்வு செய்திடும் பொருட்டு எந்தத் தொழிற்சாலையினுள்ளும் சென்று, மாசுக்கட்டுப்பாட்டுச் சட்டத்தின் வழிமுறைகளுக்கேற்பத் தொழிற்சாலை செயல்படுகிறதா என்று பார்வையிடலாம். தொழிற்கூடத்தில் உள்ள பேரேடு, பதிவு, கருவி, எந்திரம், கட்டுமானம் முதலியவை விதிமுறைகளின்படி உள்ளனவா என்றும் பார்க்கலாம். விதிமுறைகளின்படி இல்லையாயின் அதனைக் குற்றமாகக் கொண்டு அவற்றைக் கைப்பற்றிடலாம்.

நடுவண் அரசு அலுவலர் தம் கடமைகளை ஆற்றுவதற்கு எவரேனும் இடையூறு விளைவிப்பதும் குற்றமாகும்.

ஜம்மு-காஷ்மீர் மாநிலத்திற்குப் பொருந்தாத 1973 ஆம ஆண்டுக் குற்றவியல் முறைச்சட்டமும் ஏனைய எந்தச சட்டமும் பொருந்தாவிடின் அந்தந்த பகுதியில் செயல் பாட்டிலுள்ள வேறு வட்டத்தின் விதிமுறைகளின்படி, மாசுக்கட்டுப்பாட்டு நடவடிக்கைகளான தொழிற்கூடங்களைப் பார்வையிடுதல், தேடுதல், பற்றாணை மூலம் வரவழைத்தல், தீங்கு விளைவிக்கும் பொருள்களைக் கைப்பற்றுதல் ஆகிய நடவடிக்கைகளைத் தொடரலாம்.

பொருள் மாதிரி எடுக்கும் அதிகாரமும் முறையும். நடுவண் அரசினால் அமர்த்தப்பட்ட அலுவலர், எந்தப் பகுதியிலிருந்தும், தொழிற்சாலையிலிருந்தும் பகுப்பாய்வின் பொருட்டு வளி, நீர், மண் அல்லது எவ்வகையான பொருளின் மாதிரியினையும் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

பொருள் மாதிரி எடுப்பவர், தொழிற்கூடத்தினரின் முன்னிலையில் மாதிரி எடுத்து ஆய்வு செய்திடும் எண்ணத்தினை அறிவித்திட வேண்டும். இவ்வாறு எடுத்த பொருளினை ஒரு கலத்திலிட்டு, நன்கு மூடி, முத்திரையிட்டுத் தொழிற்கூடத்தினரும் மாதிரி கொள்பவரும் ஒப்பமிட்டு, அரசு ஆய்வுக்கூடத்திற்கு விரைந்து அனுப்ப வேண்டும்.

அலுவலர் இவ்வாறு பொருள் மாதிரி கொள்ளும்போது தொழிற்கூடத்தினர், வேண்டுமென்றே அவ்விடத்தில இராமற்போயினும், மாதிரி கொண்ட கலத்தில் ஒப்பமிட மறுப்பினும், மாதிரி கொள்ளும் அலுவலரே ஒப்பமிடலாம். இக்கலத்தில் தொழிற்கூடத்தினர் ஒப்பமிட மறுதத விபரத்தினை எழுத்து மூலம் தெரிவிக்க வேண்டும்.

சுற்றுச்சூழல் ஆய்வுக்கூடம். நடுவண் அரசு ஒன்று அல்லது பல ஆய்வுக்கூடங்களை ஏற்படுத்தலாம் அல்லது சில ஆய்வுக்கூடங்கள், நிலையங்களை இதன் பொருட்டு ஏற்கலாம். ஆய்வுக்காக வளி, நீர், மண் ஆகிய பொருள்களின் மாதிரி எடுக்கும் முறை, ஆய்வு முடிவுகளைக் குறிப்பிடும் படிவம், ஆய்வுக்கட்டணம் போன்றவற்றை நடுவண் அரசு அறிவிக்கும்

அரசுப் பகுப்பாய்வோர். நடுவண் அரசு மாசுக் கட்டுப்பாட்டுச் சட்டத்தினைச் செயல்படுத்தும் பொருட்டுத் தகுதி வாய்ந்த பகுப்பாய்பவரைக் (analyst) கொண்டு சார்ந்த பொருள்களைப் பகுப்பாய்வு செய்திடலாம். இவர் ஒப்பமிட்ட அறிக்கை சட்டப்படியான தகுதியுடையது.

விதி மீறல் தண்டனை. இச்சட்டத்தில் விதிகளை ஏறகத் தவறினாலும், இவற்றிற்கு எதிராக நடந்தாலும், 5 ஆண்டுகள் சிறைத் தண்டனையோ, 1 லடச ரூபாய் வரை அபராதமோ, இவ்விரண்டுமோ விதிக்கப்படும். முதலில் இழைக்கப்பட்ட குற்றத்தினைத தொடர்ந்து இவ்விதிகளை ஏற்கத் தவறினாலோ, எதிராக நடந்தாலோ, குற்றம் தொடரும் ஒவ்வொரு நாளுக்கும் ரூ.5000/- அபராதம் விதிக்கப்படும்.

தண்டனைக்கு ஓராண்டுக்குப் பின்னரும் விதிகளை மீறுதல் தொடருமாயின் குற்றமிழைப்பவருக்கு 7 ஆண்டுகள் வரை சிறைத்தண்டணை அளிக்கப்படும்.

கூட்டு நிறுவனங்களின் குற்றங்கள். ஒரு கூட்டு நிறுவனம் மேற்படி குற்றமிழைப்பின் இதன் பொறுப்பிலுள்ள அனைவருக்கும், கூட்டு நிறுவனத்திற்கும் விதிகளின்படித் தணடனை அளிக்கப்படும்.

இந்நிறுவனம், தன் செயல்பாட்டில் மாசு ஏற்படாது அனைத்து வகையிலும் கவனித்து வந்தது என்றும் இந்நிறுவனத்தினருக்கு முற்றிலும் தெரியாத சூழ்நிலையில் குற்றம் நிகழ்ந்தது என்றும் மெய்ப்பித்தாலன்றி இச்சட்டத்தின் விதிகளின்படி நடவடிக்கை எடுக்கலாம்.

இந்நிறுவனத்தினை நடத்துவோர், கூட்டு நிறுவனத்தின் மறைமுக இசைவின் பேரிலோ கவனக்குறைவினாலோ குற்றம் நிகழ்த்தினால் உரிய தண்டனையளிக்கப்படும்.

அரசுத்துறை இழைக்கும் குற்றங்கள். அரசுத்துறை நிறுவனத்தின் தலைவர் குற்றமிழைப்பின் அவர் மீதும் நடவடிக்கை தொடரப்பட்டுத் தண்டணை வழங்கப்படும்.

இத்தலைவர் தொழிற்சாலையினை மிகவும் கவனத்துடன் நடத்தி வந்தபோதும் குற்றம் இவருக்கு எவ்வகையிலும் அறியாத சூழ்நிலையில் நிகழ்ந்தது என்று மெய்ப்பித்தால் இவர் மீது நடவடிக்கை எடுக்கப்பட மாட்டாது. மாறாக, அரசு நிறுவனத்தின் தலைவர் அல்லது அவர் உதவியாளரின் இசைவின் பேரிலோ கவனக்குறை வினாலோ குற்றம் நிகழ்ந்திருப்பின் உரிய நடவடிக்கை மேற்கொள்ளப்படும்.

பிற கூறுகள். இச்சட்டத்தினை நல்ல எண்ணத்துடன் செயல்படுத்தும் அரசுத் தலைவர் மீது வழக்குமன்றத்தில் வழக்குத் தொடர முடியாது.

நடுவண் அரசோ அதன் அதிகாரம் பெற்ற அமைப்போ முறையிட்டால் வழக்குமன்றம் நடவடிக்கை எடுக்கும்.

இதனால் இன்னலுற்றவர் இச்சட்ட விதிகளின்படி 60 நாள்களுக்கு முன்னர் நடுவண் அரசுக்கு முறையிடுதல வேண்டும்.

நடுவண் அரசு, இச்சட்டத்தினைச் செயல்படுத்துவதன் பொருட்டு மாநில அரசிடம் அறிக்கை கோரிப் பெறும் அதிகாரம் உள்ளது.

இச்சட்டத்தினைச் செயல்படுத்துவதில் ஈடுபட்டுள்ள ஒவ்வொருவரும் இந்தியக் குற்றமுறைச் சட்டத் தொகுப்பு 21ஆம் விதியின்படிப் பொது ஊழியர் என்னும் அடிப்படையில் பாதுகாக்கப்படுவார்.

இச்சட்டத்தின் விதிகளை எதிர்க்கும் வழக்கினை எந்த வழக்கு மன்றமும் ஏற்றுக்கொள்ள அதிகாரம் இல்லை.

இச்சட்டத்தினைச் செயல்படுத்தும் வகையில் நடுவண் அரசு எந்த மாநில அரசு அலுவலருக்கும் அரசிதழ் அறிக்கையில் (gazette) வாயிலாகத் தேவையான அதிகாரத்தினை வழங்கலாம்.

ஏனைய சட்டங்களின் விளைவு. ஏனைய எந்தச் சட்டத்தின் விதிகள் ஒத்திராதபோதும் இச்சட்டத்தின் விதிகள் நடைமுறைப்படுத்தப்படும். ஒருவர் இழைத்த குற்றத்திற்கு இச்சட்டத்தின் விதிகளின்படித் தண்டணையளிக்க முடியாமற் போயினும், மற்ற எந்தச் சட்டத்தின் விதிகளின்படியும் அவருக்குத் தண்டனையளித்திடலாம்.

- கே.ஆர்.திருவேங்கடசாமி
- ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

தூர்வாரி

நிலத்தினடியிலிருந்து தூர் அலலது சேற்றினை அகழ்ந்து பெரிய கொள்கலத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப் பயன்படும் குழாய்த் தொடருக்கு வெளியேற்றம் (discharge) செய்யும் எந்திரம் தூர்வாரி (dredge) ஆகும். அகழும் எந்திரம் மிதப்பு மேடையொன்றில் (floating hull) நிறுவப்படும். இவற்றின் ஒருங்கிணைப்பே தூர்வாரியாகும்.

தூர்வாரி, நீரியல் அல்லது எந்திரவியலைச் சார்ந்திருக்கலாம். எந்திரவியல் சார்ந்த தூர்வாரி, வாளி, மண்வாரி (shovel), வார்குவளை (scoop) போன்றவை பொருள்களை அள்ளி எடுத்துப் படகில் சேமித்துப் பொருளற்ற இடங்களில் கொட்டுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. சிப்பி அமைப்புள்ள வாளி அல்லது பாதாளக் கரண்டி கொண்ட சுழலும் ஓந்தி, மண்வெட்டி அல்லது களைக்கொட்டு (back hoe), முன்பக்கத் திறப்புள்ள அகப்பை (front opening dipper), சங்கிலியோடு கூடிய தூர்வாரி, வாளி போன்றவை எந்திரத் தூர்வாரியின் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

நீரியல் தூர்வாரி பொருளை எக்கியினால் அகழ்ந்தெடுக்கிறது. அப்போது ஓர் உறிஞ்சுகுழல் வழியே நீருடன் திண்மப் பொருள்களும் வெளியே பாய்கின்றன. இக்கூழ்நிலைப் பொருள்கள், கொட்டுவாய்ப் படகிலோ (hopper barge) அகழ்ந்த மண்மேடுகளிலோ வெளியேற்றப்படுகின்றன. இவ்வுறிஞ்சுகுழலின் வாயில் பெரிய அளவிலான பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கும் கரடுமுரடான வலையமைப்பு அல்லது தூசித் தட்டுத் தூர்வாரி காணப்படுவதைப் போன்றே மிகப்பெரிய வார்குவளை பொருத்தப்படும். உயர் அழுத்தமுள்ள நீர்த்தாரைகள் கொண்ட நில கிளறும் உழவுக் கருவி, வெட்டு பல், வெட்டுவாய் அமைந்த திறனுடைய வெட்டுங்கருவி போன்றவை உறிஞ்சு குழலின் முனையில் நிறுவப்படுகின்றன. இவை நீர்மப் பாய்வினால் ஏற்படும் துப்புரவாக்கத்திற்குத் துணை செய்கின்றன. உறிஞ்சு இழுவை, கொட்டுவாய்த் தூர்வாரி, வெட்டுளி (cutter head dredge) தூர்வாரி போன்றவை நீரியல் தூர்வாரிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

- இரா.சரசவாணி

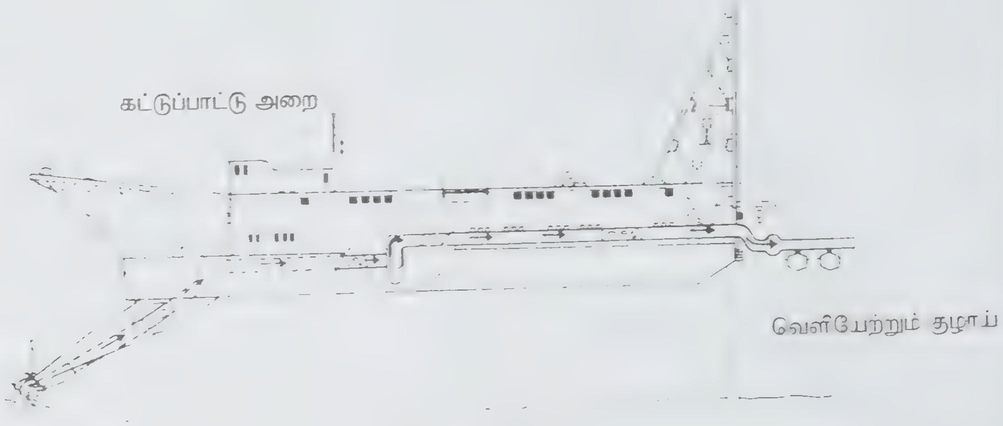
தூர்வாருதல்

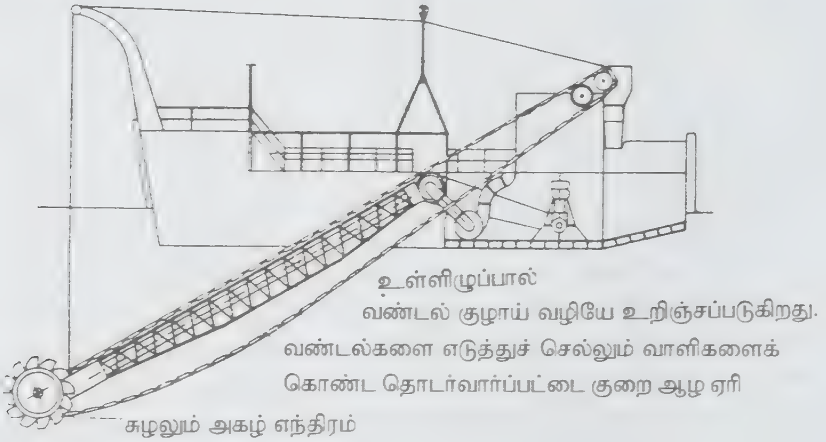
ஆற்றுப்படுகை, துறைமுகம் முதலியவற்றிலிருந்து பொருள்களை அகழ்ந்தெடுப்பது, அவற்றை ஆழப்படுத்துவது, புதுக் கால்வாயை அமைப்பது, அடைப்பை அகற்றுவது போன்ற பணிகள் தூர்வாருதல் (dredging) எனப்படும். அகழ்ந்து எடுக்கப்பட்ட மண், நிலமீட்சிக்குப் பயன்படுகிறது. வாளி அல்லது ஏணி வகை (ladder) உள்ளிழுப்பு அல்லது நீரியல் எக்கி (suction or hydraulic pump) வகை எனத் தூர்வாரி இரு வகைப்படும். வாளித்தூர்வாரி துறைமுகத்திலும் அதனைச் சூழ்ந்த பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. அதன் உடற்பகுதியின் மையத்திலுள்ள செவ்வகக் கிணறு நீரை அடைவதற்கு ஏற்ற வழியாகும். இதிலுள்ள எஃகு மேற்கட்டுமானத்தில் (steel superstructure) ஏணி எனப்படும் நீளமான உத்திரம் (girder) கீல் இணைப்பால் பொருத்தப்படுகிறது. இதன் ஒவ்வொரு முனையிலும் பெரும் கப்பிகள் (pulleys) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றைச் சுற்றி எஃகு வாளிகள் கொண்ட முடிவற்ற சங்கிலி செல்கிறது. தூர்வாரியின் பின்புறத்திலுள்ள பளுதூக்கியில் (derricks) ஏணி தொங்கவிடப்படுகிறது. தூர்வாரி நீரில் செலுத்தப்படும்போது ஏணி மேலிழுக்கப்படுகிறது. தூர்வாரும்போது கிணறு வழியே கடலடியை அடையும் வரை செலுத்தப்படுகிறது.

சங்கிலி இயக்கப்படுவதால் வாளிகள் கீழ்நோக்கிச் சென்று அடியிலுள்ள பொருள்களை அகழ்ந்தெடுப்பதால், ஏணி வழியே பொருள்கள் மேலே வருகின்றன. கப்பிகளின் மேல்பக்கமாக வாளிகள் திரும்பும்போது அகழ்ந்தெடுக்கப்பட்ட பொருள்கள் அருகிலுள்ள படகில் சரிவோடை (chute) வழியாகக் கொட்டப்படுகின்றன. இப்பகுதி நிரம்பியவுடன் ஏணி உயர்த்தப்பட்டுத் தூர்வாரி ஆழ்கடலில் செலுத்தப்படுகிறது. தேக்கப்பகுதி திறக்கப்பட்டு அகழ்ந்தெடுக்கப்பட்ட பொருள்கள் கடலில் கொட்டப்படுகின்றன. வாளித் தூர்வாரிகள் ஏறத்தாழ 10-1aமீ. ஆழம் செயல்படக் கூடியவை. உள்ளிழுப்புத் தூர்வாரியில் ஏணிக்குப் பதிலாக வளையும் இணைப்புகள் கொண்ட நீண்ட உலோகக் குழாய் உள்ளது.

இது நீளமாக உள்ளமையால் ஏணிகளைப் பயன்படுத்தி இயலாத இடங்களில் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். ஆற்றல் மிகு மைய விலக்கு எக்கிகள் இக்குழாய் வழியே நீருடன் கலந்த மண் அல்லது வண்டலை உறிஞ்சுகின்றன. சில உள்ளிழுப்புத் தூர்வாரிகளில் குழாயின் அடிமுனையில் பெரிய அலகுடைய சுழலும் வெட்டி காணப்படுகிறது. கடினமான களிமண் போன்ற இறுகிய படிவுகளை வெட்டுவதற்கு இவ்வெட்டி பயன்படுகிறது.

தங்கம், வெள்ளீயம் முதலியவற்றைச் சுரங்கத் திலிருந்து அகழ்ந்தெடுக்கவும் தூர்வாரி பயன் படுகிறது. இது


கட்டுப்பாட்டு அறை
வெளியேற்றும் குழாய்


உள்ளிழுப்பால்
வண்டல் குழாய் வழியே உறிஞ்சப்படுகிறது.
வண்டல்களை எடுத்துச் செல்லும் வாளிகளைக்
கொண்ட தொடர்வார்ப்பட்டை குறை ஆழ ஏரி
சுழலும் அகழ் எந்திரம்

ஆழத்திலுள்ள தாதுப் படிவுகளையும், ஏரியின் அடியிலுள்ள வெள்ளியக் கற்களையும் மேற்பரப்பிற்குக் கொண்டு வர மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.

- இரா. சரசவாணி

தூரப்பார்வை

பார்வையில் ஏற்படும் குறைபாடுகளுள் ஒன்று தூரப்பார்வை (hypermetropia) ஆகும். இதைக் கதிர் வில்க்க வழு (refractive error) எனலாம். கண் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்போது, கண்ணை வந்தடையும் ஒளி இணைக்கோடுகள் பார்வைத் திரையில் குவிமையம் (focus) கொள்ளாமல். பார்வைத் திரைக்குச் சற்றுப் பின்னால் குவிமையம் கொள்ளும் நிலையைத் தூரப்பார்வை என வரையறுக்கலாம். இதில் உண்டாகும் படிமம் (image) தெளிவின்றி மங்கலாக உள்ளமையால் பார்வைக் குறைய நேரிடுகிறது'

பொதுவாக மனிதருக்கு ஏற்படும் பார்வைக் குறைவுகளுள் தூரப்பார்வையே மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. உடல் வளர்ச்சியில் ஏற்படும் ஒரு நிலையாகக்கூட இதைக் கூறலாம். பிறக்கும் நிலையில் அனைத்துக் குழந்தைகளுமே தூரப்பார்வையுடனேயே பிறக்கின்றன. உடல் வளர்ச்சியின் மாற்றங்களில் ஒன்றாக, கண்ணின் முன்பின் நீளமும் (antero posterior axis) அதிகரிப்பதால், மெல்ல மெல்லத் தூரப்பார்வைக் குறைபாடு குறைந்து, பருவ வயதில், கண் நல்ல பார்வை நிலைக்குத் (emmetropia) திரும்புகிறது. எனவே பருவ வயதிற்குப் பின்னும் ஒரு கண்ணில் தூரப்பார்வை இருக்குமானால் அதைச் சரியாக வளர்ச்சியடையாத கண் என்று கூறலாம்.

ஊடச்சுச் சார்ந்த தூரப்பார்வை (axial hypermetropia), வளைவு தூரப்பார்வை (curvature hypermetropia), அடர்த்தித் தூரப்பார்வை (index hypermetropia), மொத்த தூரப்பார்வை (total hypermetropia) எனத் தூரப்பார்வை வகைப்படுத்தப்படும்.

ஊடச்சுச் சார்ந்த தூரப்பார்வை. இவ்வகைத் தூரப்பார்வையில் கண்ணின் முன்பின் நீளம் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் நீளம் குறைந்த சிறிய கண்கள் அனைத்திலுமே தூரப்பார்வை அமைய வாய்ப்பில்லை. சிறிய கண்களில், கண்ணின் அனைத்து உறுப்புகளுமே சம அளவில் சிறியவையாக இருக்கும். அதனால் அவ்வகைக் கண்களில் ஒளி இணைக்கோடுகள் பார்வைத் திரையிலேயே குவிமையம் கொண்டு ஒழுங்கான படிமத்தை உண்டாக்கும்.

இயற்கையாகவே நீளம் குறைந்துள்ள கண்களில் ஊடச்சுச் சார்ந்த தூரப்பார்வை தோன்றுவது போலவே, சில நோய்க் காரணங்களாலும் கண்களின் நீளம் குறைந்து, அதன் விளைவாக இவ்வகைத் தூரப்பார்வை தோன்றுவது உண்டு.

கண்குழியில் ஏற்படும் கட்டி (orbital tumour), கண்குழியில் ஏற்படும் அழற்சி வீக்கம் (inflammatory mass), கண்ணுக்குள் ஏற்படும் புற்று நோய்க்கட்டி (intraocular neoplasm), கண்ணுக்குள் ஏற்படும் இழைம நீர்க்கோவை (oedema), பார்வைத் திரைப் பிரிவு (detachment of the retina) என்பன தூரப்பார்வை காரணங்கள் ஆகும்.

இவற்றுள் கண்குழியில் ஏற்படும் கட்டியும், அழற்சி வீக்கமும் கண்ணின் பின் பகுதியை அழுத்தித் தட்டையாக்குகின்றன. இதனால், கண்ணில் நீளக்குறைவு ஏற்பட்டு, தூரப்பார்வை ஏற்படுகிறது. கண்ணுக்குள் ஏற்படும் புற்றுநோய்க் கட்டிகளும், இழைம நீர்க்கோவையும் பார்வைப்புள்ளிப் (macula) பகுதியில், பார்வைத் திரையை முன்னுக்குத் தள்ளி அதன் மூலம் கண் நீளத்தைக் குறைத்து. தூரப்பார்வை தோன்றக் காரணமாகின்றன. பார்வைத திரையில் ஏற்படும் பிரிவால், பிரிந்த பகுதி தன் இடத்திலிருந்தும் நீங்கிக் கண்ணுக்குள்ளிருக்கும் கண் வில்லையின் (lens) பின்புறத்தைத் தொடுமளவு முன்னோக்கி வந்துவிடும் நிலையில் கண்ணில் நீளக் குறைவு ஏற்பட்டுத் தூரப்பார்வை தோன்றுகிறது.

இந்நோய்க் காரணங்களால் ஏற்படும் தூரப்பார்வை நிலையற்றது. நோய்கள் நலப்படுத்தப்பட்டால் இக்குறை நீங்கும் வாய்ப்புண்டு. ஆனால் இயற்கையாகத் தோன்றும் தூரப்பார்வை நிலையானது. இதன் தன்மையையும். அளவையும் பொறுத்தே மருத்துவம் அமையும். பொதுவாக, இந்நீளக்குறைவு 2 மி.மீ. அளவைத் தாண்டுவதில்லை. ஒவ்வொரு மி.மீ. நீளக்குறைவும் மூன்று குவி விரிதொலைவான (dioptre) கதிர்விலக்கு மாற்றங்களையே (refractive changes) குறித்துக் காட்டுகிறது. எனவே, ஆறு குவி விரி தொலைவிற்கும் மேலான தூரப்பார்வை தோன்ற வாய்ப்புக் குறைவு. மிக அரிதாக இத்தொலைவிற்கும் அதிகமான தூரப்பார்வை தோன்றலாம்.

வளைவு தூரப்பார்வை. கண்ணிலுள்ள கதிர்விலக்கப் பரப்புகளில் (refractive surfaces) ஏதேனும் ஒன்று மிகக்

குறைவான அளவில் அமையும்போது, வளைவு தூரப்பார்வை தோன்றுகிறது. பொதுவாக ஒளிவிழிப்படலம் (cornea) இக்குறைபாட்டின் மையமாக அமைந்துவிடும். பிறவியிலேயே சிலருக்கு ஒளிவிழிப்படலம் தட்டையாக அமைந்து விடுவதுண்டு (cornea plana). சிலருக்குக் காயம் காரணமாகவும், நோய்க் காரணமாகவும் ஒளிவிழிப்படலம் தட்டையாவதுண்டு. ஒளிவிழிப்படலத்தின் வளைவு ஆரத்தில் ஏற்படும் 1 மி.மீ. அதிகரிப்பு, ஆறு குவிவிரி தொலைவு அளவுள்ள தூரபபார்வையைத் தோற்றுவிக்கவல்லது.

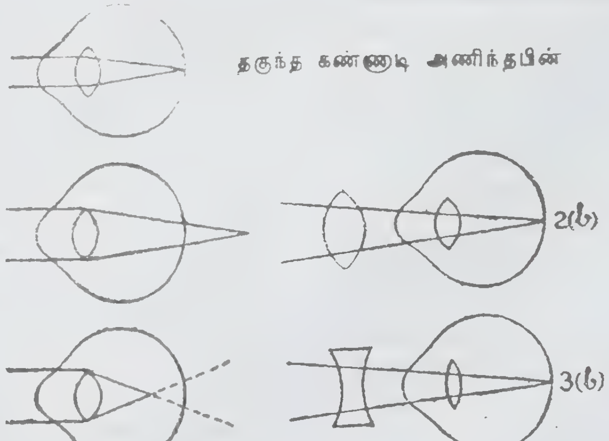
அடர்த்தியான தூரப்பார்வை. கண்ணிலுள்ள கண்வில்லையில் தோன்றும் மாற்றங்களே அடர்த்தியான தூரப்பார்வையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இக்கண் வில்லையின் கதிர்விலக்கத் தன்மையில் ஏற்படும் ஆற்றல் குறைவே இவ்வகைத் தூரப்பார்வை தோன்றக் காரணமாகும். வயதான நிலையில் இயல்பாகத் தோன்றும் தூரப்பார்வைக்கும். கண்வில்லையில் ஏற்படும் மாற்றமே காரணம் ஆகும்.

பிறவியிலேயே சிலருக்குக் கண்வில்லை, தன்னிடத்தில் அமையாமல் பின்னோக்கி இடப்பெயர்வுற்று அமைந்து விடலாம். நோய்க் காரணமாகவும், காயத்தாலும் இவ்விடப் பெயர்வு நிகழ்வதுண்டு. இவ்விடப்பெயர்ச்சியும் தூரப் பார்வையைத் தோற்றுவிக்கும். இக்கண்வில்லை கண்ணுக்குள் இராதபோது குறிப்பிடத்தக்க தூரப்பார்வை தோன்றுகிறது. இக்குறையைக் கண்வில்லையின்மை நிலை (aphakia) எனலாம்.

ஒளியியல் நிலை. கண்ணின் நீளக் குறைவு, வளைவுக் குறைவு அல்லது கதிர்விலக்க அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாறுதல் ஆகியவற்றில் எக்காரணத்தால் தூரப்பார்வை ஏற்பட்டாலும் அதனால் உண்டாகும் ஒளியியல் பலன் ஒன்றாகவே இருக்கும். தூரப்பார்வையில் ஒளி இணைக்கோடுகள் பார்வைத் திரைக்குப் பின்னால் குவிமையம் கொள்வதால், இவ்விடத்தில் பரப்பு வட்டங்கள் (diffusion circles) தோன்றி, ஒழுங்கற்ற மங்கலான படிமம் உண்டாகிறது.

மேலும் கண்ணின் ஊடச்சுச் (axis) சிறியதாக உள்ளதாலும், பார்வைத் திரை கணுப்புள்ளிக்கு (nodal point) அருகில் அமைவதாலும் தூரப்பார்வையுள்ள கண்களில் தோன்றும் படிமம் நல்ல பார்வையுடைய கண்களில் தோன்றும் படிமத்தைவிடச் சிறியதாக இருக்கும்.

நல்ல பார்வைக் கண்ணில், ஒரு புள்ளியிலிருந்து பார்வைத் திரைக்கு வரும் ஒளிக் கதிர்கள் கண்ணைவிட்டு நீங்கும்போது இணைக்கோட்டில் செல்வதுடன் வரம்பு கடந்த இடத்தில் (infinite) சந்திக்கும். தூரப்பார்வையுள்ள கண்ணில் இக்கோடுகள் கண்ணைவிட்டு நீங்கும்போது விலகிச் செல்வதுடன் கண்ணின் பின்புறத்திலேயே சந்திக்கும். இதனால் வரம்பு கடந்த இடத்திலுள்ள அல்லது 6 மீ. தொலைவிலுள்ள பொருள்கள், நல்ல பார்வைக் கண்ணுக்குத் தெளிவாகவும், தூரப்பார்வை உள்ள கண்ணுக்குத் தெளிவற்றும் தெரிகின்றன. இதைத் தெளிவுற்றதாக்க இரண்டு முறைகள் உண்டு. ஒன்று கண் தானாகவே செயல்படுவது. மற்றொன்று செயற்கையாகக் கண்ணாடிகளைச் சேர்ப்பது.



1. சரியான பார்வை
2(a) (b) தொலைப் பார்வை
3(a) (b) அண்மைப் பார்வை

படம் 1

முதல் முறையில் கண்ணுக்குள் இருக்கும் கண் வில்லையின் வளைவு அதிகரித்து, அதனால் கதிர்களைக் குவிக்கும் பண்பும் அதிகரித்து, பார்வைத் தெளிவு, இணங்கல் (accomodation) செயல்பாட்டினால் ஏற்படுவது (படம் 2). இரண்டாம் முறையில் குவியாடியொன்றினைக் (convex lens) கண்ணுக்கு முன் பொருத்திக் கதிர்களைக் குவியச் செ ய்து பார்வைத் தெளிவை ஏற்படுத்துவது

இருக்குமானால், அவ்வாறு சரிப்படுத்தப்படாத பகுதி வெளிப்படைத் தூரப்பார்வை (manifest hypermetropia) எனப்படும்.

இவ்வெளிப்படைத் தூரப்பார்வை தேர்வுரிமையுள்ள தூரப்பார்வை (faculative hypermetropia), முழுமையான தூரப்பார்வை (absolute hyper metropia) மேலும் பகுக்கப்படும்.

படம் 2

தூரப்பார்வையும், இணங்கல் செயல்பாடும். இணங்கல் செயல்பாட்டைச் செய்வது கண்ணிலுள்ள இழையுறுப்புத் தசை (ciliary muscle) ஆகும். இது கண்ணுக்குள் இருக்கும் கண் வில்லையில் கதிர் விலக்க ஆற்றலை அதிகரிப்பதால், தூரப்பார்வையின் ஒரு பகுதி சரிப்பரிப்படுத்தப்படுவதுண்டு. இவ்வாறு சரிப்படுத்தப்படும் குறை. சில சமயங்களில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு அமைந்து விடுவதால், ஒரு கண்ணிலுள்ள முழுமையான தூரப் பார்வையைக் கண்டுபிடிக்க இந்த இழையுறுப்புத் தசையை மருந்துகளின் மூலமாகச் செயலிழக்கச் செய்தல் வேண்டும்.

கண்ணிலுள்ள இத்தசையினால் இயல்பாக இவ்வாறு சரிப்படுத்தப்படும் தூரப்பார்வை உள்ளுறை தூரப்பார்வை (latent hypermetropia) எனப்படும். ஒரு கண்ணில் தூரப்பார்வை இருந்து, அதில் ஒரு பகுதி தசைச் சுருக்கத்தால் சரிப்படுத்தப்பட்டு, மற்றொரு பகுதி சரிப்படுத்தப்படாது

தேர்வுரிமையுள்ள தூரப்பார்வை. பொதுவாக உள்ளுறை தூரப்பார்வை ஒரு குவி விரித்தொலைவு அளவே இருக்கும். ஒருவருக்கு இதைவிட அதிக அளவிலான தூரப்பார்வை இருந்தால், தெளிவான படிமத்தைப் பெற அவர்தம் கண்ணிலுள்ள இழையுறுப்புத் தசையை, அதன் இயல்பான சுருக்கத்துக்கும் மேலே, அதிக அளவில் முயன்று சுருக்கி, இந்தக் குறையைச் சரி செய்ய முற்படுவார். இது தேர்வுரிமையுள்ள தூரப்பார்வையாகும்.

முழுமையான தூரப்பார்வை. ஒருவருக்கு தூரப் பார்வை அதிகமா க இருந்து, இணங்கல் முயற்சிக்குப் பின்னும் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடியாத நிலை இருக்குமானால் அவர் கண்ணிலுள்ள, இணங்கல் முயற்சியால் சரி செய்ய முடியாத அத்தூரப்பார்வை, முழுமையான தூரப்பார்வை எனப்படும்.

தூரப்பார்வையுள்ள கண்ணின் நோய்க்குறிகள். கன், முன்பின் விட்டத்தில் (antero posterior diameter) மட்டும் அல்லாது அனைத்துப் புறங்களிலும் அளவில் சிறியதாக இருக்கும்; விழி ஒளிப்படலம் சிறியதாக இருக்கும்; கண்ணுள்ளிருக்கும் கண்வில்லை பெரியதாக இருக்கும். இதனால் கண்ணிலுள்ள முன்னறை (anterior chamber) ஆழமற்றதாக அமையும். இவ்வாறு அமையும் ஆழமற்ற முன்னறை, கோணம் மூடப்பட்ட நீர் அழுத்த நோய்க்கு (angle closure glaucoma) முன்னோடியாகும்.

கண்ணுள் நோக்கும் கருவி (opthalmoscope) கொண்டு பார்க்கும்போது, பார்வைத்திரை நீரில் நனைத்த பட்டுத்துணிபோல ஒளிரும் பார்வை நரம்பழற்சியில் (papillitis) பார்வை நரம்பின் வட்டுப்பகுதி (optic disc) எவ்வாறு தோன்றுமோ அதுபோன்ற தோற்றம் தூரப்பார்வையில் காணப்படும். இதைப் போலி பார்வை நரம்பழற்சி (pseudo papillitis) என்பர். இவ்வெட்டுப் பகுதியின் வண்ணம் சாம்பல் பூத்த சிவப்பாக இருக்கும்; இதன் ஓரங்கள் தெளிவற்று அல்லது ஒழுங்கற்று இருக்கும். பார்வைப் புள்ளி வழக்கமான இடத்திலிருந்து வட்டின் எதிர்ப்புறம் நோக்கி விலகியிருக்கும். சில வேளைகளில் கண் விலகிய மாறுகண்ணாக இருக்கும்.

இணங்கல் செயலைப் பொறுத்தே நோய்க்குறிகள் அமைகினறன. தூரப்பாவை குறைவாக இருந்து, இணங்கல் செயல்திறன் முனைப்பாக இருக்கும்போது நோய்க்குறிகள் தோன்றுவதில்லை. தூரப்பார்வை அதிகமாக அமைந்துவிடும்போதும், இணங்கல் செயல் முனைப்பாக இராதபோதும். முனைப்பாக இருந்தும் முழுவதுமாக தூரப்பார்வையைச் சரிசெய்ய முடியாத போதுமே நோய்க்குறிகள் தோன்றுகின்றன. இந்நோய்க் குறிகளுக்குத் தூரப்பார்வையுள்ள கண் இயல்புக்கு மாறான இணங்கல் செயலுக்கு ஆட்படுத்தப்படுவது, இணங்கல் செயலுக்கும், கண்குவிதலுக்கும் சமன்பாடு இராமல் போவது ஆகிய இரண்டும் அடிப்படையாகும்.

இளமையும், நலமும் பொருந்தியவர்களுக்கு இணங்கல் செயல் தேவைக்கு மேலும் கிடைத்துவிடுவதால், தூரப்பார்வை இருந்தபோதும் நோய்க்குறிகள் தோன்றுவதில்லை. அவர்களுக்கே நலக்குறைவும், இழையுறுப்புத் தசையின் மிகு இணங்கல் செயல்பாடும் இருப்பின் நோய்க்குறிகள் தோன்றும். இவற்றை இணங்கல் செயல்பாட்டின் கண் களைப்பு (accommodative asthenopia) என்பர்.

தொடர்ந்த அண்மைப் பார்வைக்குரிய செயல்களுக்குப் பிறகே நோய்க்குறிகள் தோன்றும். குறிப்பாகக் குறைந்த விளக்கொளியில் மாலை மங்கிய நேரத்தில் மிகுதியான அண்மைச் செயல்களைச் செய்வோர்க்குத் தவறாமல் தோன்றும். தெளிவற்ற அண்மைப்பார்வை, கண்களில் வலி, எரிச்சல், உலர்ந்தாற் போன்ற உணர்வு, கண் சிமிட்டல் அதிகரிப்பு, நீர் வடிதல், விழிவெளிப்படலமும், இமை விளிம்பும் சிவத்தல் ஆகிய நோய்க்குறிகட்குப் பின்வரும் அண்மைச் செயல்கள் தொடரும்போது தலைவலி, நெற்றிப்பகுதியில் தோன்றும். உறக்கமின்மை, உள்ளத்தளர்ச்சி, நரம்புத் தளர்ச்சி, குமட்டல், வாந்தி போன்ற பல்வேறு விதமான வெளிப்பாடுகளும் தோன்றக்கூடும்.

மருத்துவம். ஒருவருக்குத் தூரப்பார்வை குறைவாகவும், பார்வைத்திறன் இயல்பாகவும் உடல் நல்ல நலமுடன் இருந்து, இணங்கல் செயல்பாட்டில் கண் களைப்புக்குரிய நோய்க்குறிகளும் இராதிருக்குமாயின், அவருக்கு எவ்வித மருத்துவ உதவியும் தேவையில்லை. இவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்று இருந்தாலும் தூரப்பார்வையின் அளவுக்கேற்ற கண்ணாடிகளை அணியச் செய்ய வேண்டும்.

இளமையில் இணங்கல் செயல்பாடு நன்றாக இருக்குமாதலால், தூரப்பார்வை எந்த அளவுக்கு உள்ளதோ, அந்த அளவினும் குறைந்த ஆற்றலுள்ள கண்ணாடிகளே போதும். உள்ளுறை தூரப்பார்வை எந்த அளவு அதிகமாக உள்ளதோ அந்த அளவுக்குத் தரப்படும் கண்ணாடியின் ஆற்றலைக் குறைக்கலாம். கண் களைப்புக்குரிய குறிகள் இருந்தால் மொத்த தூரப்பார்வையளவில் எவ்வளவு உயர்நிலை ஆற்றல் மிகுந்த கண்ணாடிகளைத் தரமுடியுமோ அவ்வளவு தருவது நல்லது. இணங்கல் செயல்பாட்டின் தசைச்சுருக்கம் (spasm) இருந்தால் மொத்த தூரப்பார்வையின் அளவுக்கே கண்ணாடிகளைத் தரவேண்டும். உள்ளுறை குவிமாறுகள் (latent convergent squint) வருவதற்குரிய குறியீடு இருந்தாலும் மொத்த தூரப்பார்வையின் அளவுக்கே கண்ணாடிகளைத் தரவேண்டும். இதனால் இழையுறுப்புத் தசைக்கு ஓய்வு கிடைப்பதுடன், குவிதலும் தடை செய்யப்படுகிறது. இதற்கு மாறாக உள்ளுறை குவி மாறுகண் இருந்துவிட்டால், அந்நிலையில் மொத்த தூரப்பார்வைக்குரிய கண்ணாடிகளைத் தராமல், ஆற்றல் குறைந்த கண்ணாடி களையே தரவேண்டும். இதனால் இணங்கல் செய்கையும், குவி உணர்வும் தூண்டப்பெறும்.

-இரா.கலைக்கோவன்

தூலியம்

இத்தனிமத்தின் குறியீடு Tm ; அணு எண் 69; அணு நிறை 168.934. கிடைத்தற்கரிய இத்தனிமம் தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் லாந்தனம் வரிசையில் எர்பியத்திற்கும் இட்டர்பியத்திற்கும் இடையில் இடம் பெற்றுள்ளது. பல ஐசோடோப்புகளைப் பெற்றுள்ள இத்தனிமத்தின் நிலைத்த ஐசோடோப் Tm - 169. இந்த ஐசோடோப் இயற்கையில் கிடைக்கும் ஒன்றாகும். 1878ஆம் ஆண்டு பி.டி.கிளீவ் என்பாரால் தூலியம் கண்டறியப்பட்டது. எனினும் 1911ஆம் ஆண்டுதான் இதன் சேர்மமான தூலியா தூய நிலையில் ஜேம்ஸ் என்பாரால் பெறப்பட்டது. முன்காலத்தில், மனித வாழ்க்கைக்கு உலகத்தில் வடதுருவத்தில் இறுதியாக ஏற்ற இடம் என்ற நம்பப்பட்ட 'தூலி' என்னும் சொல்லைத் தழுவி இத்தனிமம் தூலியம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. இது கடோலினைட், யூசினைட், செனோடைம் போன்ற தாதுக்களில் உள்ளது.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

தூலியத்தின் உருகுநிலை 1550°C; கொதிநிலை 1950°C; ஒப்படர்த்தி 9.3. தூலியத்தின் உப்புகள் இளம் பச்சை நிறமுடையவை; இவற்றின் கரைசலும் இளம் பச்சை நிறமுடையவை. நீரற்ற இதன் ∴புளுரைடு சேர்மத்தைக் கால்சியம் கொண்டு ஒடுக்கியோ தூலியம் ஆக்சைடை லாந்தனத்துடன் கலந்து வெற்றிடச் சூழ்நிலையில் வாலைவடித்தோ தூலியத்தைப் பெறலாம். உருகு வெப்பநிலையில் இது அதிக ஆவி அழுத்தத்தைப் பெற்றுள்ளது. Tm - 169ஐக் கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்தினால் Tm-170 கிடைக்கும். இப்புதிய ஐசோடோப் 84 KeV ஆற்றல் கொண்ட X- கதிரை வெளியிடும். எனவே, இந்த ஐசோடோப்பைப் பயன்படுத்தி எளிதில் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய X-கதிர்த் தயாரிப்பான்களை வடிவமைக்கலாம். இவ்வகை X-கதிர்ப்பெட்டிகள் இயங்க மின்சாரம் தேவையில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. சில மாதங்களுக்கு ஒருமுறை தூலியத்தை மட்டுமே மாற்ற வேண்டியதிருக்கும்.

தாழ்வெப்பநிலையில் இத்தனிமம் ∴பெரோகாந்தத் தன்மையற்றிருக்கிறது. பயன்படுத்தத்தக்க வகையில் ஆற்றலை இத்தனிமத்திலிருந்து பெற வாய்ப்புள்ளமையால், அணு ஆற்றல் மேம்பாட்டுக் குழுவால் இதன் பயன்கள் ஆராயப்பட்டு வருகின்றன.

-பீ.ச.எம்.லியாகத் அலிகான்

தெவிட்டல்

காரணி விசையை (casual force) மிகுதியாக உயர்த்திய பின் உருவாகும் விளைவில் கூடுதல் அதிகரிப்பை ஏற்படுத்தாத ஒரு நிலையே தெவிட்டல் (saturation) எனப்படுகிறது. பல இயற்கை நிகழ்வுகளில் தெவிட்டல் காணப்படுகிறது. சான்றாகத் தேவையான அளவு வலிமைபெற்ற ஒரு காந்தமாக்கும் விசையில் கூடுதல் அதிகரிப்பை உண்டாக்கினால், காந்தச் சுற்றில் கூடுதல் காந்தத் தன்மை ஏற்படாத நிலையைக் குறிப்பிடலாம்.

ஒரு சவ்வு (sponge) அது ஏற்றுக்கொள்ளும் நீர்மம் அனைத்தையும் உறிஞ்சிய பிறகு தெவிட்டல் நிலையை அடைந்துவிடுகிறது. ஒரு வெப்ப வெற்றிடக் குழலின் எதிர் மின்முனையின் வெப்ப நிலை அதிகரிப்பு, எதிர் மின்முனை மின்னோட்டத்தில் அதிகரிப்பை ஏற்படுத்தாத நிலை வெப்பத் தெவிட்டல் (thermal saturation) எனப்படும். மேலும் தகட்டு மின்னழுத்தத்தின் அதிகரிப்பு, நேர்மின்முனை மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்காவிடில், நேர்மின்முனைத் தெவிட்டல் நிலை கொண்டுள்ளது எனலாம்.

ஒரு n-p-n திரிதடையத்தில் சேகரிப்பான் மின்னழுத்தம், அடிவாய் மின்னழுத்தத்தைவிட மிகு எதிர்மை ஆகும்போது அடிவாய்-சேகரிப்பான் இருமுனையம் முன்னோக்கி அடைந்து, உமிழும் திரிதடையம் தெவிட்டல் நிலை அடைகிறது. நிற அளவையில் (colorimetry) ஒரு நிறம் மிகு தூய்மையாக இருப்பின் அதன் தெவிட்டல் மிகுதியாக இருக்கும். குறைந்த தெவிட்டல் உள்ள நிறத்தின் கதிர் வீச்சு, காண்புறு நிறமாலையின் (visible spectrum) மிகு அலைவெண்களைக் கொண்டு விளங்கும்.

ஓர் அயனிப்படுத்தும் அறையில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் கதிர்வீச்சினால் உருவாக்கப்பட்ட அயனிகள்

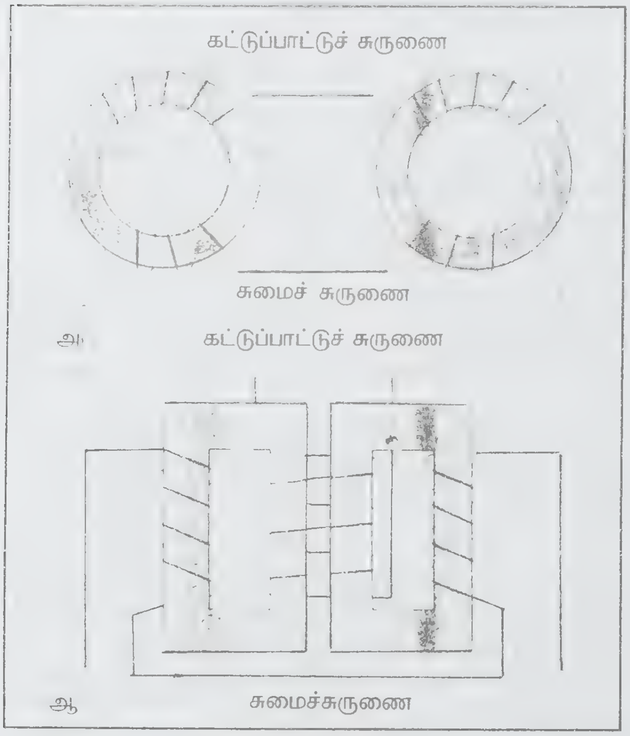
அனைத்தையும் ஏற்றுக் கொள்ளும் அளவுக்கு உயர்வாகவும், மோதல் மூலம் அயனிப்படுத்தலை விளைவிக்கும் அளவிற்கு உயர்வற்றும் இருக்கும்போது தெவிட்டல் நிகழ்வதாகக் கொள்ளலாம். குறிப்பிட்ட அழுத்தம் மற்றும் வெப்ப நிலையில், ஒரு கரைசலில் கரைபொருளை மேலும் சேர்த்தால் அது கரையாமலும் கரைசலின் அடர்த்தி அதிகரிக்காமலும் இருப்பின் கரைசல், தெவிட்டல் நிலை அடைந்துவிட்டது எனலாம்.

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தெவிட்டல் எதிர்வினைப்பி

உள்ளகத்தின் புரைமையை (permeability) மாற்றுவதன் மூலம், விளைவுறு தூண்டத்தை மாற்றக்கூடிய ஓர் இரும்பு உள்ளகத் தூண்டியே தெவிட்டல் எதிர்வினைப்பி (saturation reactor) எனலாம்.

மிகு மாறு மின்னோட்டங்களை, மாறுதடைகளைக் கொண்டு கட்டுப்படுத்த இயலாதபோது தெவிட்டல் எதிர்வினைப்பிகள் பயன்படுகின்றன. மேலும் காட்சியரங்குகளின் ஒளிமங்கிகளிலும் (dimmers) இவை பயன்படுகின்றன.



தெவிட்டல் எதிர்வினைப்பியின் கூட்டமைப்பு
(அ) தனித்தனியே ஈர் உள்ளகங்கள் (ஆ) மூன்று சட்டகங்கள் உடைய உள்ளகங்கள் (three-legged cores)

சுமையின் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ள சுமைச்சுருணை மாறு மின்னோட்டத்தைத் தூண்ட கடத்தி, உறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. கட்டுப்பாட்டுச் சுருணையில் பாயும் நேர் மின்னோட்டத்தின் அளவைச் சீர் செய்யலாம். இது காந்த உள்ளகத்தில் தெவிட்டலை ஏற்படுத்தும். உள்ளகம் நேர் மின்னோட்டத்தால் தெவிட்டல் நிலை பெறும்போது சுருணைகளில் தோன்றும் தூண்டமும் அதனால் எதிர் வினைப்பும் மிகவும் குறைவாக இருக்கும். எனவே சுருணைகளில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தை எதிர்க்கச் சுருணையில் சிறிது மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுவதால், சுமைக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தம் குறைக்கப்படும்.

கட்டுப்படுத்தும் மின்னோட்டத்தின் அளவைக் குறைத்தால் தெவிட்டலின் அளவு குறைகிறது. எனவே சுமைச் சுருணையின் எதிர்வினைப்பு அதிகரிக்கிறது. இவ்வதிகரிப்பால் சுமைச் சுருணையின் மின்னழுத்தம் மிகுதியாவதுடன் சுமைக்குச் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தின் அளவு குறையவும் செய்யும்.

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தெவிட்டல் மின்னோட்டம்

கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் அனைத்து அயனிகளையும் சேகரிக்கப் போதுமானதாக இருக்கும்போது உண்டாகும் அயனியாக்க மின்னோட்டம் தெவிட்டல் மின்னோட்டம் (saturation current) எனப்படுகிறது. தெவிட்டல் மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருளின் கதிரியக்கத்தைக் கணக்கிடலாம்.

வெற்றிடக் குழாயில், சூழ்-மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டு மின்னோட்டம் அல்லது வெப்பநிலை-கட்டுப்பாட்டு மின்னோட்டம், தெவிட்டல் மின்னோட்டம் எனப்படுகிறது. முதல் பதத்தில் மின்னிழையின் வெப்பநிலையைத் தெவிட்டல் மின்னோட்ட அளவிற்கு மேல் உயர்த்தினால், தகட்டு மின்னோட்டம் குறிப்பிடத்தக்க அளவு உயராது. இரண்டாம் பதத்தில், தெவிட்டல் மின்னோட்டத்திற்கு மேல் மின்னழுத்தத்தை உயர்த்தினால், மின்னோட்டம் சிறிதளவு உயரும்.

வளிம மின்னிறக்கக் குழாயில், ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மின்னிறக்கத்திற்குத் தெவிட்டல் மின்னோட்டமே மீஉயர் மின்னோட்டம் ஆகும். தெவிட்டல் மின்னோட்டத்திற்கு மேல் மின்னோட்டத்தை உயர்த்தினால், ஒரு வகை மின்னிறக்கம் முடிவடைந்து பிறிதொரு வகை மின்னிறக்கம் நிகழத்

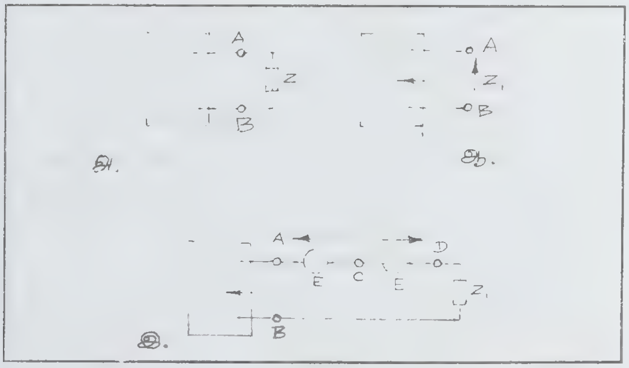
தொடங்கும். எ-டு: ஒளிர் மின்னிறக்கம் (glow discharge) வில் மின்னிறக்கத்திற்கு (arc discharge) மாறுதல்.

குறைகடத்தியில், கடத்து முறையில் ஒரு மாற்றத்தை உண்டாக்கும் (precede) மீஉயர் மின்னோட்டமே தெவிட்டல் மின்னோட்டம் ஆகும்.

- இரா.இந்து

தெவினின் தேற்றம்

ஒரு மின் வலையில் A, B ஆகிய இரு முனைகளுக்கிடையே Z எனும் மறிப்பு வைக்கப்பட்டால், 'Z' மூலம் பாயும் மின்னோட்டம் $\frac{E}{(Z + Z_1)}$ என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இதில் E என்பது Zஇராதபோது Aக்கும் Bக்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்த நிலை வேறுபாடு ஆகும். Aக்கும் Bக்கும் இடையே வலையில் உள்ள மின் மறிப்பு Z_1 அனைத்து மின் மூலங்களும் அவற்றின் உள்ளக மறுப்பிற்குச் சமமான மின் மறிப்பால் மாற்றப்படுவனவாகக் கருதி மின் மறிப்பு Z_1 கணக்கிடப்படும். இதுவே தெவினின் தேற்றமாகும். இதற்கான நிரூபணம் கீழே கொடுக்கப்படுகிறது.



படம் 1. தெவினின் தேற்றம்

(அ) சுமை உள்ள நிலை, (ஆ) சுமை அற்ற நிலை, (இ) இரு சம எதிரான மின்னியக்கு விசை இணைக்கப்பட்ட நிலை

மின்னோட்டம் பாயாதபோது Cஇன் மின்னழுத்த நிலை B இன் மின்னழுத்த நிலைக்குச் சமம். B மற்றும் Cக்கு இடையே உள்ள வலை, செயலற்ற தடை Z_1 க்குச் சமம். எனவே C மற்றும் Dக்கு இடையே செயல்படும் மின் இயக்கு விசை, E ஆல் உருவாகி, Z, Z_1 ஆகிய சுமைகளின் மூலம் செல்கிறது.

$$I = \frac{E}{(Z + Z_1)}$$

மின் வலையின் E, Z_1ஐ ஆகியவற்றின் மூலம் மாறுபடும் மின்னூட்டியின் எந்த ஒரு மறிப்புக்கான மின்னோட்டமும் கிடைக்கும். தெவினின் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு கணக்கிற்குத் தீர்வு காணலாம்.

படம் 2-இல் மின்னூட்டி ACஇல், 0.1 ஓம் தடைக்குப் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் காணலாம். AC அகற்றப்பட்டு விட்டதாகக் கொள்ளலாம்.

AB இல் உள்ள மின்னோட்டம் I_1 எனக் கொண்டால், எஞ்சிய மின்னோட்டங்களை எளிதில் எழுதலாம். இரு பாதைகளின் வழியாகவும் A-Cஇல் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி சமமாக இருக்கும்.

$$0.05I_1 + 0.1\,(I_1-50) = 0.05\,(160 - I_1) + 0.05(120 - I_1)$$

இச்சமன்பாட்டிற்குத் தீர்வு கண்டால் I_1 = 76A எனக் கிடைக்கும். எனவே, ACஇல் காணப்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

$$E = .05 \times 76 + 0.1 \times 26 = 6.4v$$

A-C மின் வலையின் மறிப்பு

$$Z_1 = \frac{0.1 \times 0.15}{0.1 + 0.15} = .06$$

$Z_1 = 0.1\,\Omega$ எனில்

AC இல் மின்னோட்டம்

$$I = \frac{E}{Z+Z1} = \frac{6.4}{0.1 + 0.6} = 40A$$

குறிப்பிட்ட 'Z' க்கு அதாவது 0.1-2 ற்கு மின்வலைக் கணக்கிற்கு முழுமையாகத் தீர்வு காண்பது முற்றிலும் எளிது. படம் 2 'இ' இல் மின்வலை காட்டப்பட்டுள்ளது. ABஇல் உள்ள மின்னோட்டம் I_1 எஞ்சிய மின்னோட்டங்கள் பின்னர்க் காட்டப்படுகின்றன. ABC மற்றும் ADC இல் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிகளைச் சமமெனக் கொண்டால்

படம் 2

$$0.05I_1 + 0.1(I_1 - 50) = 0.05(120 - I_1) + 0.05(80 - I_1)$$

$I_1 = 60A$, AB=60A, AC=40A, AD=60A, BC=10A, DC = 20A ஆகும்.

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

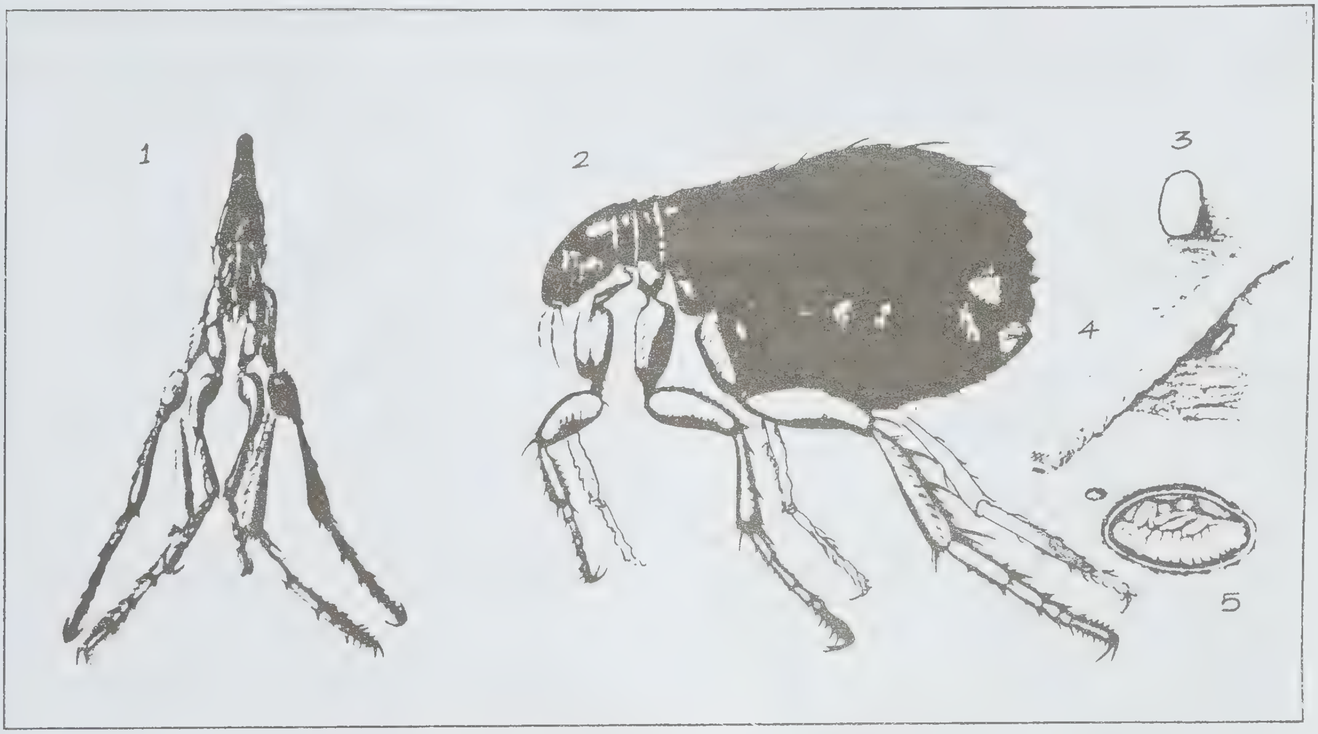
தெள்ளுப்பூச்சி

உறிஞ்சுகுழல் பூச்சி (Siphonaptera) வரிசையில் பியுளிசிடே (Pulicidae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தெள்ளுப்பூச்சி (flea) உலகம் முழுவதும் பரவியுளளது. இது உயிரினங்களின் தோலைத் துளையிட்டுக் குருதியை உறிஞ்சி உயிர் வாழக்கூடியது. முதிர்ந்த நிலையில் பறவை, மனிதன், பூனை, நாய். எலி, குதிரை, பறவை, பன்றி போன்ற பாலூட்டிகளில் புற ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையின் காரணமாகத் தன் ஓம்புயிரிகளைப் (host) பல கடுமையான நோய்களுக்கு ஆளாக்குகிறது.

புறத்தோற்றம். தெள்ளுப்பூச்சி இறக்கையற்ற தன்மையும், பக்கவாட்டில் தட்டையான உடலமைப்பும் உடையது. இத்தகைய உடலமைப்பு விருந்தோம்பிகளின் இறகு, மயிர் ஆகியவற்றில் ஊர்ந்து செல்வதற்கேற்ப அமைந்துள்ளது. இந்த அறுகால் பூச்சிக்குத் தெளிவான கழுத்துப்பகுதி இல்லை. எனவே இதன் தலைப்பகுதி நேராக மார்புப் பகுதியுடன் இணைந்துள்ளது. பின்னோக்கி வளர்ந்துள்ள சிறு இழைகளும், கூர்முள்களும் உடல் முழுதும் காணப்படுகின்றன. குட்டையான மூன்று கணுக்களாலாகிய ஓர் இரட்டை உணர் கொம்புகளும் (antennae) ஓர் இரட்டைக் கண்களும் தலையில் உள்ளன.

தெள்ளுப்பூச்சி திசுக்களைத் துளைத்து உறிஞ்சக் கூடிய வாயுறுப்புகள் கொண்டது. இவ்வுறுப்பில் ஒரு மேலுதடு (labrum), தொண்டை மேல் தகடு (epipharynx), நீண்ட கூர்மையான கத்திப்போன்ற ஓர் இரட்டைக் கீழ்த் தாடைகள் (mandibles) நான்கு கணுக்களாலான ஓர் இரட்டைத் துருவு தாடைகள் (mastillal) ஒரு கீழுதடு (labium) ஆகியவை காணப்படுகின்றன. கீழுதட்டின் அடிப்பகுதியில் உள்ள தாடைகளையும், மேல் உதடு, தொண்டைமேல் தகடுகளையும் சுற்றி உறையுள்ள ஓர் உறிஞ்சு குழல் அமைந்துள்ளது. துள்ளுவதற்கும் விரைவாக ஓடுவதற்கும் ஏற்ற அமைப்புடைய மூன்று இரட்டைக் கால்கள் உள்ளன. இக்கால்களில் இறுதி இரட்டைக் கண் கால் மட்டும் ஏனையவற்றை விட நீளமானவை; இக்கால்களின் நுனியில் விருந்தோம்பிகளை இறுகப் பிடித்துக் கொள்வதற்கு ஏற்ப ஓர் இரட்டை இடுக்கிப் போன்ற கூர் நகங்கள் அமைந்துள்ளன. பெண் இனங்களில் வயிற்றின் பின் பகுதி வட்ட வடிவமாகக் காணப்படும்.

இனப்பெருக்கம். தெள்ளுப்பூச்சியின் வாழ்க்கைப் பருவங்கள் முழு வளர்வுருமாற்றங்கள் (complete metamorphosis) ஏற்படுகின்றன. முதிர்ந்த பெண் பூச்சி, முட்டைகளைத் தனித்தனியே தன்னுடைய விருந்தோம்பிகளின் இறகு அல்லது மயிருக்கிடையில் இடுகிறது. இவ்வாறு இடப்பட்ட முட்டைகள் விருந்தோம்பியின் வாழ்விடங்களில் விழுந்துவிடுகின்றன. சுற்றுப்புறத் தட்பவெப்பநிலைக்கும் ஈரப்பதத்திற்கும் ஏற்ப இம்முட்டைகள் 2 - 12 நாள்களுக்குள் பொரிய, இளவுயிரிகள் (larvae) வெளிவருகின்றன. இளவுயிரிகள் கண்களும் கால்களும் இராத சிறிய கம்பளிப்புழு உருவில் காணப்படுகின்றன. தனித்துக் காணப்படும். தலையும், கடிக்கும் வகை வாயுறுப்பும் இவை பெற்றுள்ளன. இவற்றின் உடல் மீது காணப்படும்



மனிதத் தெள்ளுப் பூச்சி (*Pulest Irritants*)

1. முன் தோற்றம், 2. பக்கத் தோற்றம், 3. முட்டை, 4. இளவுயிரி, 5. கூட்டுப்புழு

இழைகள் ஊர்ந்து செல்வதற்குத் தகுந்தாற்போல் காணப்படுகின்றன. இவ்விளவுயிரிகள் தாம் வசிக்கும் இடங்களில் காணப்படும் முக்கிய கரிமப் பொருள்களை உணவாகக் கொள்கின்றன. இப்புழுக்கள், கூட்டுப்புழு (pupa) நிலையை அடைவதற்கு முன் இரு முறை தோலுரிக்கின்றன. இரண்டாம் தோலுரித்தலுக்குப் பின் தங்கள் உமிழ்நீரின் உதவியால் பட்டுப்போன்ற இழை கொண்டு ஒரு கூடு அமைத்துக் கொள்கின்றன. கூட்டுப்புழு நிலையில் உள்ள இவ்விளவுயிரிகள் வளர் உருமாற்றம் அடைந்து முதிர்கின்றன. இளவுயிரி கால அளவு சூழ்நிலைக்கும் சிற்றினத்திற்கும் ஏற்ப வேறுபடும்.

வாழ்க்கைச் சுழற்சி. தெள்ளுப்பூச்சி நிலையாக ஒரே விருந்தோம்பியுடன் வாழ்வதில்லை. தனக்கு இயல்பான விருந்தோம்பிகள் கிடைக்காத காலங்களில் பிறிதோர் இனத்தைச் சேர்ந்த விருந்தோம்பியை நாடிச் சென்றுவிடுகின்றன. பல்வேறு சிறப்பினங்கள் தெள்ளுப்பூச்சிகளில் காணப்பட்டாலும் ஒவ்வொரு சிறப்பினமும் அதற்கென ஒரு விருந்தோம்பியைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டுள்ளது. எக்கிட்னோபேகா காலினேசியா (*Echidnophaga gallinaceae*) என்னும் கெள்ளுப்பூச்சி மனிதன், பூனை, நாய், குதிரைப் போன்ற பாலூட்டிகளில் புற ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கிறது.

சினோப்சில்லா சியோப்பிஸ் (*Xenopsylla cheopis*) என்னும் தெள்ளுப் பூச்சியின் நிலையான விருந்தோம்பி எலிகளே ஆகும். எலிகள் கிடைக்காதபோது மனிதனின் குருதியை உறிஞ்சி உண்டு வாழ்கிறது. மனிதப்புற ஒட்டுண்ணியாக வாழும்போது எலிகளில் காணப்படும் நோய் நுண்ணுயிரிகளை மனிதக் குருதிக்குள் செலுத்தி நச்சுக் காய்ச்சலுக்குக் (typhus fever) காரணமாகவுள்ளது. மேலும் இது டியூலரேமியா (tularaemia) என்னும் நோயை உண்டாக்கக்கூடிய நோய் நுண்ணுயிரிகளையும் எலிகளிடமிருந்து மனிதனுக்குப் பரப்புகிறது. இதேபோல் பியுபானிக் பிளேக் (pubonic plague) என்னும் நோயை உண்டாக்கக்கூடிய பேசில்லஸ் (*Basillus pestis*) என்னும் பாக்டீரியாவை எலிகளிடமிருந்து மனிதனுக்கும், ஒரு மனிதனிடமிருந்து வேறொரு மனிதனுக்குப் பரப்புகிறது.

நாய், பூனை, எலி மற்றும் ஒட்டுண்ணியாக வாழும் நாடாப் புழுக்களில் இடைநிலை ஒட்டுண்ணிகள் பெரும்பாலும் தெள்ளுப்பூச்சியேயாகும். பியுபானிக் பிளேக் நோயுள்ள மனிதன் அல்லது எலியின் குருதியைத் தெள்ளுப்பூச்சி

உறிஞ்சும்போது பேசில்லஸ் பெஸ்ட்டிஸ் நுண்ணுயிரிகளும் வயிற்றுக்குள் செல்கின்றன. இவை பூச்சியின் வயிற்றில் இனப்பெருக்கம் செய்து எண்ணிக்கையில் பெருகுகின்றன. நோய் நுண்ணுயிரிகள் மிகுந்துள்ள இச்சூழ்நிலையில் நலமுடன் வாழும் ஒரு மனிதனைத் தெள்ளுப்பூச்சி கடிக்கும்போது நோய் நுண்ணுயிரிகளும் அம்மனிதனின் குருதியை அடைந்து நோயைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மேலும் இந்நுண்ணுயிரிகள் பூச்சியின் மலத்தின் வழியாகவும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இவை விருந்தோம்பியின் தோல் மீது படுவதால் தோலில் அரிப்பு உண்டாகி, அதற்காகச் சொறிவதால் ஏற்படும் காயத்தின் வழியாகக் குருதியில் கலந்து நோயை உண்டாக்குகின்றன. நோய் நுண்ணுயிரிகளின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி மூன்று வாரங்களில் முழுமை அடைந்துவிடும்.

டினோசெ∴பாலஸ் ∴பெலிஸ் (*Ctenocephalus felis*) என்னும் தெள்ளுப்பூச்சி பூனைகளில் புற ஒட்டுண்ணிகளாக வசித்தாலும் சில வேளைகளில் நாய்களையும் மனிதனையும் தாக்குகிறது. இதே போல் நாய்களில் வசிக்கும் டினோசெ∴பாலஸ் கேனிஸ் (*Ctenocehalus canis*) என்னும் நாய்த் தெள்ளுப்பூச்சியும் சில வேளைகளில் மனிதனைத் தாக்குகிறது.

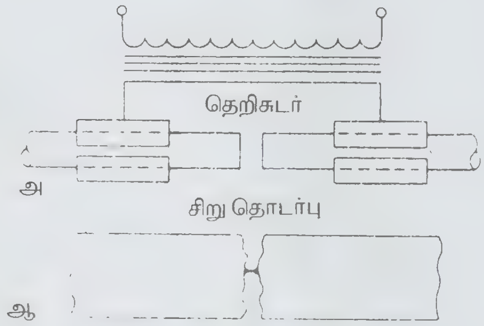
கட்டுப்பாட்டு முறைகள். தெள்ளுப்பூச்சியைப் பலவழிகளில் கட்டுப்படுத்தலாம். தெள்ளுப்பூச்சியின் ஓம்புயிரியாக உள்ள எலிகளை அழித்தல், 5 - 10% D.D.T அல்லது 1-2% குளோர்டேன் அல்லது 2% B.H.C. போன்ற பூச்சி மருந்துகளில் ஏதாவது ஒன்றைப் பயன்படுத்திப் பூச்சிகளை அழித்தல், வீடுகளில் ஹைட்ரஜன் சயனைடு கொண்டும் புகையூட்டியும் பூச்சிகளைக் கொல்லுதல் ஆகிய முறைகளால் தெள்ளுப்பூச்சியை அழிக்கலாம். முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கையாக வீட்டினுள் செல்வதற்கு முன் பென்சைல் பென்சோயேட் என்னும் வேதிப் பொருள் கொண்டு கால்களைத் தூய்மையாக கழுவுதல் மூலம் இப்பூச்சிகள் பரவுதலைத் தடுக்கலாம்.

- இரா.பக்தவத்சலம்

துணைநூல். E.L.Jordon and P.S.Verma, *Invertebrate Zoology*, S.Chand and Company Limited, New Delhi, 1979.

தெறிசுடர்ப் பற்றுவைப்பு

இது ஒரு வகைத் தடைப் பற்றுவைப்பு முறை ஆகும். தெறிசுடர்ப் பற்றுவைப்புச் (flash welding) சுற்றில் ஒரு குறை-மின்னழுத்த, உயர்-அடர்த்தி மின்னோட்ட ஆற்றல் மூலமும், இரு பொருந்தும் மின்முனைகளும் காணப்படும். மின்முனைகளில் ஒன்று நிலையானதாகவும் பிறிதொன்று நகரக்கூடியதாகவும் இருக்கும். பொதுவாக ஒரு பற்று வைக்கும் மின்மாற்றி ஆற்றல் மூலமாகப் பயன்படுகிறது.



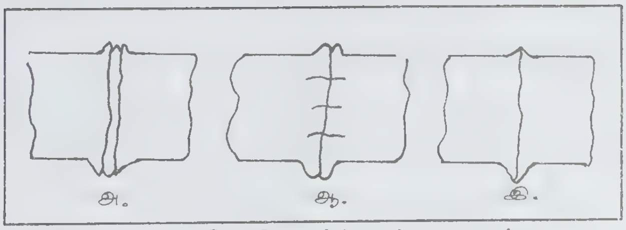
படம் 1. தெறிசுடர்ப் பற்றுவைப்புச் சுற்று

(அ) கிடைமட்டமாகப் பொருத்தப்பட்ட ஈர் உலோகத் துண்டுகளையும் தொடர்பு கொள்ள அருகருகே கொண்டு வருதல்.

(ஆ) உலோகத் துண்டுகள் சிறு தொடர்பு கொண்டவுடன் மின்னோட்டம் பாய்தல்

முதலில் பற்று வைக்க வேண்டிய ஈர் உலோகத் துண்டுகளையும் மின்முனைகளுக்கு இடையே இறுக்கமாகப் பொருத்த வேண்டும். ஓர் உலோகத் துண்டை நோக்கிப் பிறிதோர் உலோகத் துண்டை நகர்த்த வேண்டும். காண்க: படம் 1 (அ). மின்மாற்றியை மின்னாற்றல் பெறச் செய்து, தொடர்பு கொண்டுள்ள உலோகத் துண்டுகளின் சிறு பரப்புகளின் வழியே ஓர் உயர் அடர்த்தி மின்னோட்டத்தை பாயச் செய்யலாம். காண்க : படம் 1 (ஆ). பின் தெறிசுடர் உண்டாகத் தொடங்கும்.

பற்றுவைக்க வேண்டிய இருமுனைகளும் தகுந்த வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன், உருத்திரட்டு விசையைச் (upset force) செலுத்த வேண்டும். இவ்விசை கசடு, ஆக்சைடு, உருக்கிய உலோகம் ஆகியவற்றை வெளியேற்றிய பின், சூடாக்கப்பட்ட உலோகத்தில் குளிர்ந்த பகுதியில் பற்றுவைக்கும். தெறிசுடர் மற்றும் உருத்திரட்டுப் பொருள்களை அடிக்கடி வெளியேற்ற வேண்டும். சில நேரங்களில் வலிவூட்டலுக்காக (reinforcement) அவை வெளியேற்றாமல் வைத்திருக்கப்படுகின்றன.



படம் 2. தெறிசுடர்ப் பற்றுவைத்த பரப்பின் தன்மை

அ. போதுமான அளவு வெப்பமும் உருத்திரட்டு விசையும், இருக்கும்போது.

ஆ. போதுமான அளவு வெப்பம் இராதபோது,

இ. போதுமான அளவு வெப்பமும் உருத்திரட்டு விசையும் இராதபோது.

மின்மூலம் வழியாகப் போதுமான அளவு வெப்பம் கொடுக்காவிட்டால், பற்றுவைத்த இடத்தில் விரிசல்கள் உண்டாகும்.

பற்றுவைத்த இணைப்பில் போதுமான அளவு வெப்பமும் உருத்திரட்டு விசையும் இருக்கும்போது ஒரு செங்குத்தான சரிவும் (slope) இராதபோது ஒரு தட்டையான சரிவும் (flat slope) உண்டாகும்.

-இரா. இந்து

தென்கடல்

டேரியன் என்னும் நாட்டு ஆளுநராகப் பணியாற்றிய வாஸ்கோ நூணியெத் பால்போவா என்பார் பசிபிக் பெருங்கடலைத் தென்கடல் (south sea) எனக் குறிப்பிட்டார்.

இவர் மைய அமெரிக்க மலை ஒன்றின் உச்சியிலிருந்து தென் திசையில் பார்த்தபோது, முதன் முதலில் இவருக்குத் தென்பட்டது இப்பரந்துபட்ட கடலேயாகும். ஆதலால் தாம் கண்ட கடலுக்குத் தென்கடல் என்று பெயரிட்டார்.

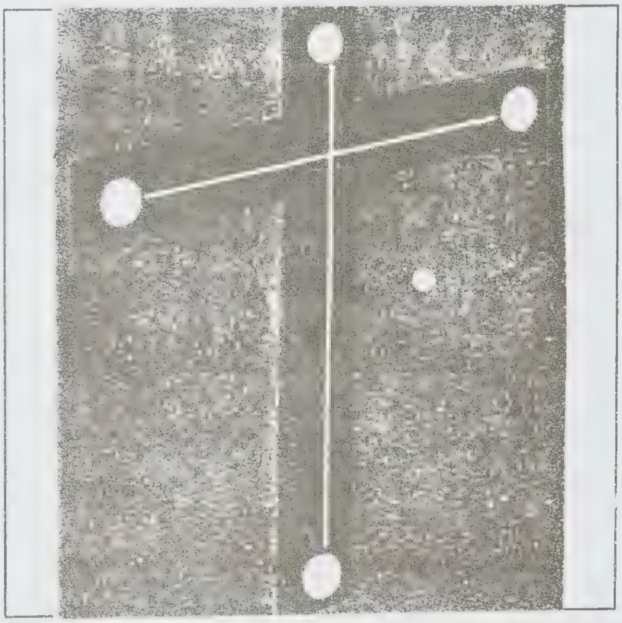
நெடுங்காலமாகத் தென்கடலில் ஒரு பெரிய கண்டம் இருப்பதாக நம்பிக் கொண்டிருந்தார். ஜேம்ஸ் குக் என்னும் மாலுமி தென்கடலில் கண்டம் இருக்கிறதா என அறிய ஆய்வுப் பயணம் மேற்கொண்டார். இவர் கி.பி.1763 இல் கப்பலில் புறப்பட்டுத் தென் அமெரிக்காவைச் சுற்றி, மேற்கே பசிபிக் பெருங்கடலிலுள்ள டகீட்டி என்னும் சிறிய தீவை அடைந்தார். அங்கிருந்து ஆஸ்திரேலியாவில் கிழக்குக் கரையில் உள்ள பாட்டனி வளைகுடாவின் கடலோரத்தினை ஆராய்ந்து இங்கிலாந்திற்குத் திரும்பினார்.

கி.பி.1772இல் இவர் மேற்கொண்ட இரண்டாம் கடலாய்வுப் பயணத்தின்போதுதான் தென்கடலில் கண்டம் ஏதுமில்லை என்பதைக் கண்டறிந்து உலகுக்கு உணர்த்தினார்.

-செ.மரியசூசைநாதன்

தென்சிலுவை

வானக்கோளத்தின் தென் பகுதியில் உள்ள மிகு ஒளியுடன் கூடிய விண்மீன் குழு தென்சிலுவை (louthern cross) விண்மீன்குழுவாகும்.



லத்தீன் மொழியில் சிலுவைக்கு 'Crux' என்னும் சொல் உள்ளமையால், இவ்விண்மீன்குழுவை 'Crux' என்னும் சொல்லாலும் குறிப்பிடுவர். ஒரு சிலுவையின் அமைப்பில் உள்ள ஒளி பொருந்திய நான்கு விண்மீன்களில் மூன்று விண்மீன்கள், விண்மீன்களிலேயே மிகவும் ஒளியுடைய 25 விண்மீன்களைச் சார்ந்தனவாகும். சிலுவையின் நெட்டச்சு, தென்துருவத் திசையை நோக்கியிருக்கும். 25^0 வட அகலாங்கிற்கு மேல் உள்ள இடங்களில் உள்ளோருக்கு இவ்விண்மீன்குழு தெரிய வாய்ப்பில்லை. கரிசாக்கு ஒளிமுகிலும் (nebula), Oc 4755 என்னும் விண்மீன் முடிச்சும் இக்குழுவில் உள்ளன.

- பங்கஜம் கணேசன்

தென்னிந்தியத் தாவரக் குடும்பம்

பழங்காலம் தொட்டே வல்லுநர்கள் இயற்கையை ஆராய முற்படும்போது தாவரங்களையும் அவை மனிதர்களுக்குப் பயன்படும் தன்மையையும் கருதி முதலில் பொதுப் பெயரிட்டு வகைப்படுத்தி வந்துள்ளனர். பண்புகளை வைத்து இனம் காணும்போது ஒற்றுமை வேற்றுமை கருதி இவற்றைக் குடும்பங்களாக வகைப்படுத்தினர்.

தென்னிந்தியாவில் ஏறக்குறைய 35000-க்கும் மேற்பட்ட பூக்கும் தாவரங்கள் உள்ளன. அவை ஏறக்குறைய 180 குடும்பங்களில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் லத்தீன் மொழியில் இரு பெயர் கொடுக்கப் பட்டிருக்கும். தென்னிந்தியாவில் உள்ள தட்பவெப்ப நிலை, மழையளவு, மண்வளம், நிலம், கடல் மட்டத்திற்கு மேல் அமைந்துள்ள உயரம் ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்துத் தாவரங்களின் அமைப்பு வேறுபடுகிறது. தென்னிந்தியப் பகுதிகளை மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதி என்றும் தக்காணப் பகுதி என்றும் பிரித்து அறியலாம்.

மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதி. இங்கு சராசரியாக 500 செ.மீ.மழை பொழிகிறது. இது கன்னியாகுமரியிலிருந்து தெற்கு குஜராத் வரை பரவியுள்ளது. இப்பகுதியில் வெப்ப மண்டலப் பசுமை மாறாக் காடு, இலையுதிர் காடு, குளிர் மண்டலப் பசுமை மாறாக் காடு, உவர் சதுப்பு நிலக்காடு ஆகியன உள்ளன.

வெப்ப மண்டலப் பசுமை மாறாக் காடு. இது மிகவும் அடர்த்தியானது. இங்குப் பல அடுக்குகளில் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. குறைந்த உயரமுள்ள ரூபியேசி, அர்டிகேசி, சைடாமினே, ஜென்ஷியேனசி, பர்மானியேசி, மிர்சினேசி ஆகிய குடும்பத் தாவரங்களும், தொற்றுந் தாவரங்கள், மோனாட்ராபா, பலவோ.்.போரா போன்ற ஒட்டுண்ணிகளும், மோரேசி, காம்பிரேடேசி, வர்பினேசி போன்ற குடும்பங்களைச் சேர்ந்த மரங்களும் உள்ளன.

இலையுதிர் காடு. இங்குள்ள மரங்கள் இலையுதிர் காலத்தில் இலைகளை உதிர்ப்பவை. இங்குத் தாவரங்கள் நெருக்கமாகக் காணப்படா. மிக உயரமான மரங்களும் இங்கு இல்லை. டெர்மினாலியா, லாகர்ஸ்ட்ரோமியா, டால்பரிஜியா, டெரோகார்பன், அடினா, குருவியா, எரித்ரைனா, ஸ்டெர்குலியா, சால்மானியா, டென்டிரோகலாமஸ் போன்ற தாவரங்கள் இங்குக் காணப்படும்.

குளிர் பசுமை மாறாக் காடு. இதனைச் சோலை என்றும் கூறுவர். இங்கு மெக்னோலியோ, மிர்டேசி, ஃயூ.ஃபோர்பியேசி, அர்டிகேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்களில் இலைகள் எப்பொழுதும் காணப்படுவதால் பசுமை மாறாக் காடு எனப்படுகிறது.

உலர் சதுப்புநிலக் காடு. கடற்கரை ஓரப்பகுதிகளில் காணப்படும் இப்பகுதித் தாவரங்களில் சுவாசிக்கும் வேர்கள் காணப்படும். ரைசோபோரேசி, வெர்பினேசி, யூ.ஃபோர்பியேசி, அகேந்தேசி குடும்பத் தாவரங்கள் இப்பகுதியில் இடம் பெறும். கடற்கரை ஓரங்களில் சவுக்கு மரங்களும், மணலை அரிக்காதவாறு தரைமேல் படரும் கிராமனே போன்ற குடும்பத் தாவரங்களும் காணப்படும்.

தக்காணப் பகுதி. இதைத் தக்காணப் பீடபூமி, கிழக்குக் கோரமாண்டல் கடற்கரைப் பகுதி என்று பிரிக்கலாம்.

தக்காணப் பீடபூமி. இது கடல் மட்டத்திலிருந்து 700 - 850 மீ. உயரமான பகுதியாகும். இங்குச் சராசரியாக 50-100 செ.மீ. மழை பொழிகிறது. இங்கு மைமோசி, யூ.ஃபோர்பியேசி, கம்பாசிடே, கிராமினே, காம்பிரடேசி, ஃபாபேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

கிழக்குக் கோரமண்டல் கடற்கரைப் பகுதி. இங்கு ஃபாபேசி, மைமோசி, மிர்டேசி, ரூபியேசி, ஆஸ்டரேசி, அகேந்தேசி, யூ.ஃபோர்பியேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

முட்காடு. மலையடிவாரங்களில் முட்காடு காணப் படுகிறது. இங்கு ஓரளவு மழையும் மிகு வெப்பமும் இருக்கும். இப்பகுதியில் புதர்ச்செடி, முட்செடி, சிறு செடி ஆகியன மிகுதி. இங்கு ஃபாபேசி, சீசல்பினியேசி, மைமோசி, ராம்னேசி, ரூடேசி, அபோனசனேசி, லைனேசி, ரூபியேசி, யூ.ஃபோர்பியேசி, ஆஸ்கிளபியடேசிக் குடும்பத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் மனிதனின் அன்றாட வாழ்விற்குத் தேவையான பொருளைக் கொடுத்து உதவுகின்றன. மருத்துவத் தாவரங்கள் பல குடும்பங்களில் உள்ளன. உணவுப் பொருள்களான தானிய வகைகள், போயேசிக் குடும்பத்திலும், பருப்பு வகைகள், ஃபாபேசி, ரோசேகி, அனகார்டியேசி, அரிகேசி போன்ற குடும்பங்களிலும்,

காய் கனிகளைக் கொடுக்கும் தாவரங்கள் ஏரேசி, சோலனேசி, யூ.்.போர்பியேசி, அமராந்தேசி, ரோசேசி, ்.பாசேபி, லிலியேசி, குரூசி.்.பெரே, அனகார்டியேசி, ரோசேசி, ராம்னேசி, அனோனேசி, மோரேசி, வைடேசி போன்ற குடும்பங்களிலும் உள்ளன.

நாரைக் கொடுக்கும் தாவரங்கள் மால்வேசி, டிலியேசி, லைனேசி, கன்னாபினேசி, மியூசேசி, அகேவேசி, அரிகேசி போன்றவற்றிலும், மரக் கட்டைகளைக் கொடுக்கும் தாவரங்கள் வெர்பினேசி, காம்பிரடேசி, மைமோசி, ்.பாபேசி, மீலியேசி, அனகார்டியேசி, மோரேசி, ரூபியேசி போன்ற குடும்பங்களிலும், தோல் பதனிடும் பொருள்கள் ரைசோ.்.போரேசி, மைமோசி, சீசல்பினியேசி, அனகார்டியேசி, காம்பிரடேசி குடும்பத் தாவரங்களிலும் இருக்கும்.

- தேவதாஸ்

துணைநூல். A.B. Rendle, *The Classification of Flowering Plants,* Cambridge University Press, London, 1975.

தென்னிந்தியப் பறவைகள்

வாழும் உயிரினங்களில் பறவை இனம் தனிச் சிறப்புடையது. இவற்றில் சில கண்கவர் வண்ணங்கள் உடையன. சில இனிமையான குரல் படைத்தவை. சில உருவ அமைப்பினால் உள்ளம் கவரக்கூடியவை. பறவைகள் வாழும் விதம், கூடுகட்டும் விதம், பழக்க வழக்கங்கள் ஆகியவை அறியத்தக்கவை. பெரும்பாலான பறவைகள் மனித நடமாட்டமில்லாத பகுதிகளிலேயே வாழ்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இத்தகைய பறவைகள் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்தவர்களுள் இந்திய பறவையியலாரான ஜனாப் சலீம் அலி, ஜனாப் எம்.ஏ.பாஷா ஆகியோர் குறிப்பிடத் தகுந்தோராவர். தென்னிந்தியப் பறவைகளைக் கீழ்க்காணுமாறு அறியலாம்.

கருடன். தோட்டி அல்லது குடியானவனின் தோழன் எனப்படும் இப்பறவை பயிர்களை அழிக்கும். வயல் எலி, நண்டு, பாம்பு முதலியவற்றைத் தன் உணவாகக் கொள்வதால் மேற்காணுமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

கருடனின் உடல் பகுதி காவி நிறத்துடனும், கழுத்தைச் சுற்றில் தூய வெண்மை நிறத்துடனும், அலகு வளைந்தும், கூர்மையாகவும் காணப்படும். கால் விரல்கள் வலிமையானவை. நீர்நிலை, குளம் மற்றும் ஆற்றோரப் பகுதிகளில் கருடனைக் காணலாம். உயரமான தென்னை, பனை போன்ற இடங்களில் இது கூடுகட்டி முட்டையிடும். காண்க: கருடன்

காகம். அண்டங்காக்கை எனப்படும் காகம் நன்கு பருத்துக் கறுப்பு நிறமாகக் காணப்படும். இது சிறிய பறவைகளின் குஞ்சுகளைக் கவர்ந்து சென்று கொன்ற பின்னர் உண்ணக்கூடிய இயல்புடையது. இக்காக்கையின் அலகு நீளமாகவும் முனையில் மேல் பகுதி சற்றே வளைந்தும் காணப்படும். இறக்கைகள் வால் வரை நீண்டுக் காணப்படும். உயரமான மரங்களின் கிளைகளில் நார், பஞ்சு ஆகியவற்றைக் கொண்டு கூடுகட்டி முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரித்தல் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. காண்க: காகம்

மற்றொரு வகைக் காகம் வெளிறிய கறுப்பு நிறத்துடனும், கழுத்து வயிறு மற்றும் இறக்கைப் பகுதிகளில் சாம்பல் நிறத்துடனும் காணப்படும். மற்றப் பண்புகளில் இது அண்டங் காக்கையை ஒத்திருப்பினும் உணவு உண்ணும் போது கூட்டங்கூட்டமாகச் சேர்ந்தே உண்ணும் தன்மையுடையது.

சிட்டுக்குருவி. ஏறத்தாழ 20 செ.மீ. நீளமுடைய இப்பறவையின் அலகு சிறிதாக இருக்கும். நெல், தானியம், புழு, பூச்சி ஆகியவற்றை உணவாக உட்கொள்ளும். ஆண் குருவிகளின் உடல் சாம்பல் நிறத்தில் கரும் புள்ளிகளுடனும், வயிற்றுப்பகுதி வெண்மையாகவும் காணப்படும். பெண் குருவிகள் சாம்பல் நிறமாகவும், கறுப்புக் கோடுகளுடனும், வயிற்றுப் பகுதியில் வெண்மையாகவும் இருக்கும். **காண்க: சிட்டுக்குருவி**

பருந்து. இது கருடனைப் போன்று உடல் முழுவதும் கறுப்புப் புள்ளிகளுடன் சாம்பல் நிறமாக இருக்கும். இதன் உணவு மீன், தவளை, எலி முதலியவையாகும். உயரமான மரங்களில் கூடுகட்டிக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். இனப்பெருக்கம் வேனிற்காலத்தில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது. காண்க: பருந்து

பச்சைக்கிளி. மிக அழகான இப்பறவையின் மூக்குப்பகுதி சிவந்து தலை முதல் வால் வரை பச்சை நிறத்துடனும் கழுத்தில் வளையம் போன்ற கருநீலக் கோட்டுடனும் காணப்படும். அலகுப் பகுதி மிகவும் கூர்மையாகவும், சிறிது வளைந்தும் காணப்படும். இது

காடை

மைனா

கௌதாரி

கழுகு

கருடன்

கொய்யா, வாழை போன்றவற்றை உணவாகக் கொள்ளும். மரப்பொந்து, உயரமான சுவர், கோபுரம் ஆகியவற்றில் கூடுகட்டி முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரித்து வாழ்க்கை நடத்தும்.

நீலப்பறவை. உடல் முழுவதும் நீலமாகவும் கால் மற்றும் அலகுகள் கறுப்பாகவும், கண்கள் சிவப்பு நிறத்துடனும் உள்ள இந்தப் பறவை கேரளத்தில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. மலைகளை அடுத்துள்ள உயரமான மரங்களில் ஒரே குடும்பமாகச் சேர்ந்து வாழ்கிறது. மரம் விட்டு மரம் சென்று கனி வகைகளை உணவாக உட்கொண்டு வாழ்கிறது. குரல்வளம் மிகுந்த இப்பறவை ஏப்ரல்-ஆகஸ்டில் இனப் பெருக்கம் செய்யும். காண்க: நீலப்பறவை.

வண்ணாத்திக் குருவி. ஆண் குருவிகள் நன்கு கறுத்து வெண் புள்ளிகளுடன் கூடிய இறக்கைகளுடனும், மார்பும், வாலும் நன்கு சிவப்பாகவும் காணப்படும். 15 செ.மீ. மட்டுமே உள்ள இப்பறவை தென்னிந்தியா முழுவதிலும் காணப்படுகிறது. பெண் பறவையின் இறக்கை, வால் ஆகியன சிவப்பு நிறமாகவும் உடல் மாநிறத்திலும் இருக்கும். மலைப்பாங்கான பகுதிகளிலேயே இது மிகுதியும் காணப்படும். இது உணவு உட்கொள்ளும்போது வாலை மேலும் கீழும் ஆட்டுவது கண்ணைக் கவரும் காட்சியாகும். பாறைப் பிளவு, வீட்டுச்சுவரில் காணப்படும் பொந்து ஆகியவற்றில் கூடுகட்டி முட்டை இட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். ஆகஸ்ட்-டிசம்பரில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இதன் உணவு புழு மற்றும் சிறிய பூச்சிகளாகும். காண்க: வண்ணாத்திக்குருவி.

புதர்க்குருவி. 15 செ.மீ. உள்ள இது இந்தியா முழுவதிலும் காணப்படுகிறது. இதன் நிறம் பருவ காலத்திற்கு ஏற்ப மாறும். கோடை காலத்தில் ஆண் பறவையின் தலை, கழுத்து, அலகு, இறக்கை, வால் ஆகியவை கறுப்பாக இருக்கும். வாலின் மேற்பகுதியும், மார்பும் வெண்மையாகக் காணப்படும். தலையையும், கழுத்தையும் பிரிப்பது போல் ஒரு வெண் வளையம் காணப்படும். நன்கு கறுப்பு நிறமாகக் காணப்படும் பகுதி பனிக்காலங்களில் செம்மண் நிறமாக மாறிவிடும். பெண் குருவி, ஆண் குருவியின் பனிக்கால நிறத்திலேயே இருக்கும்.

இப்பறவை எலி வளை, தரை, பட்டுப்போன மரங்கள், புதர், பயிர் நிலங்கள் ஆகியவற்றில் முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். நவம்பர், டிசம்பர் மாதத்தில் மட்டுமே இனப்பெருக்கம் செய்யும். இதன் உணவு பலவகைப்பட்ட பூச்சி மற்றும் புழுக்களாகும். காண்க: புதர்க்குருவி.

நெல் குருவி. 15 செ.மீ. நீளமுள்ள இப்பறவை ஆற்றோரப் பகுதிகளிலும் தோட்டங்களிலும் காணப்படும். பெண் குருவி சற்றுச் சிறியதாகக் காணப்படும். மார்பு, கழுத்து ஆகியவற்றைத் தவிர மற்றப் பகுதிகள் மர நிறமாகவும், கழுத்தும் மார்பும் கருநீல நிறமாகவும் காணப்படுகின்றன. இதன் குரல் மிக இனிமையானது. இது தரையிலேயே முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும் இயல்புடையது. பலவகைப் புழு மற்றும் பூச்சிகளை உணவாகக் கொள்ளக்கூடியது. காண்க: நெல்குருவி.

வானம்பாடி. இதன் மார்பு, அலகின் அடிப்பகுதி ஆகியவை வெண்மையாகவும், உடலின் பிற பகுதிகள் கருங்காலி நிறமாகவும் இருக்கும். இது மணற்பாங்கான இடங்களிலும், அடர்த்தியாகப் புல் வளர்ந்துள்ள ஆற்றோரப் பகுதிகளிலும் மிகுந்து காணப்படும். இது நீண்ட தொலைவு பறந்து செல்லாது. ஏப்ரல், மே மாதங்களில் மட்டும் இனப்பெருக்கம் செய்யும். புழு, பூச்சி, புல், விதை ஆகியவை இதன் உணவாகும். தரைக்கு மேலே சிறிது உயரத்தில் பறந்து கொண்டே இனிமையாகக் கூவுவதால் இதனை வானம்பாடி என்று குறிப்பிடுவர். காண்க: வானம்பாடி.

இரட்டைவால் குருவி. இதன் அலகு, கால் ஆகியவை ஆழ் கறுப்பாகவும், உடலின் வயிற்றுக்குச் சற்று பின்புறம் தவிர, பிற பகுதிகள் கருநீல நிறமாகவும், வாலின் அடிப்பகுதி மார்பு முதலிய இடங்கள் சாம்பல் நிறத்துடனும், வயிற்றுக்குச் சிறிது அப்பால் வெண்மையாகவும் இருக்கும். வால்கள் இரண்டாகப் பிரிந்து இரண்டு உடைவாள்களைத் திருப்பி வைத்தாற்போலக் காணப்படும். 25 செ.மீ. நீளமுள்ள இப்பறவை உரத்த குரலில் மிக இனிமையாகக் கூவும் இயல்புடையது. கொசு, ஈ போன்றவற்றைத் தின்னும் இது ஆடு மாடுகளின் மேல் உட்கார்ந்துகொள்ளும். ஜனவரி-மே இனப்பெருக்கக் காலமாகும். இது மிக வலிமை வாய்ந்த பறவைகளையும் எதிர்க்கும். இதன் தாக்குதலுக்கு முன் வேறு எந்தப் பறவையும் நிற்க இயலாது. காண்க: இரட்டைவால் குருவி.

மைனா. 25 செ.மீ. நீளமுள்ள இந்தக் குருவியில் ஆண், பெண் இரண்டுமே உருவில் ஒத்தவை. மைனாவைக் கூண்டிலடைத்தும் வளர்ப்பார்கள். இதன் அலகும், கண்களின்

பின்புற ஓரங்களும் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். வயிற்றுக்குக் கீழே வால் வரையும், இறக்கைகளின் இரண்டு ஓரத்திலும் வெண்மையாகவும், பிற பகுதிகள் மஞ்சள் கலந்த கறுப்பாகவும் இருக்கும். பூங்காக்களிலும், திறந்த வெளிகளிலும் இந்தப் பறவையைக் காணலாம். வெட்டுக்கிளி, புழு, பூச்சி ஆகியவை தத்தி ஓடி விளையாடும். இனிமையாகக் கூவியபடியே தன் உணவைத் தேடிக் கொள்ளும். பாதுகாப்பான மரப்பொந்துகள் போன்றவற்றில் இது கூடுகட்டும். மார்ச்-மே மாதத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இது உழவர்களின் நண்பனாகப் பயிர்களை அழிக்கும் வெட்டுக்கிளி, புழு, பூச்சியினங்களை அழித்துப் பயிர்கள் நன்கு வளர உதவி புரிகிறது. காண்க: மைனா.

மரங்கொத்தி. மரங்கள் அடர்ந்துள்ள இடங்களிலும், பூங்காக்களிலும் மரங்கொத்திக் குருவியைக் காணலாம். மரங்கொத்தி உருவம், நிறம் ஆகியவற்றில் மாறுபட்டுப் பல வகையாகவுள்ளது. ஆனால் அனைத்தின் இயல்பு, பழக்க வழக்கம், இரை முதலியவை ஒத்தனவே. இப்பறவை 30 செ.மீ. நீளமாக இருக்கும். ஆண், பெண் இரண்டின் உருவமும் கொண்டைப் பகுதியைத் தவிர ஒன்றுபோலத் தோற்றமளிக்கும். ஆண் குருவிக்குத் தலையில் சிவந்த கொண்டை இருக்கும். கொண்டைக்குக் கீழும் கண்களுக்கு அடியில் கழுத்து வரையும் ஒரு வெண்கோடு காணப்படும். கழுத்துக்கு அடியில் வெண்மையான புள்ளிகள் இருக்கும். இதன் அலகு கூர்மையாகவும் உறுதியுடனும் காணப்படும்.

இப்பறவை கூவிக்கொண்டே மரங்களைக் குத்தித் துளை செயவதால் இது இருக்குமிடத்தை எளிதில் கண்டுபிடித்து விடலாம். மரத்தின் அடியிலிருந்தே இரையைத் தேடிக் கொண்டு மேலேறிச் செல்லும். மரங்களில் காணப்படும் புழு, பூச்சி, எறும்பு ஆகியவற்றைத் தின்னும். இது கூடுகட்டும் விதம் குறிப்பிடத்தக்கது. மரத்தின் கிளைகளில் 25 செ.மீ. ஆழமாகத் தோண்டி அதிலேயே கூடு அமைத்துவிடுகிறது. பொதுவாக இதன் இனப்பெருக்கக் காலம் மார்ச்-அக்டோபர் ஆகும். காண்க: மரங்கொத்தி.

குயில். ஏறத்தாழ 35 செ.மீ. நீளமுள்ள இந்தப் பறவை மிகவும் இனிமையாகப் பாடக்கூடியது. குயிலின் உடல் முழுவதும் சாம்பல் பூத்தது போன்று கறுப்பு நிறமாகவும் வாயின் உட்புறம் நன்கு சிவப்பாகவும் இருக்கும். வேனிற் காலத்திலேயே இது இனப்பெருக்கத்தைத் தொடங்கும். இக்காலங்களில் இது காலை முதல் இரவு வரை இனிமையாகக் கூவிக்கொண்டே இருக்கும். முழுநிலா நாளில் இரவு முழுவதும் கூவிக் கேட்பவர் மனத்தைக் கவர்ந்துவிடும். தன் முட்டைகளை இது குஞ்சுப் பொரிக்காது. மாறாகக் காகம் அல்லது மைனாவின் கூட்டில் முட்டைகளை இட்டுவிடுவதால் காக்கையோ, மைனாவோ குஞ்சுகளைப் பொரிக்கும். காண்க: குயில்.

காதல் பறவை. இப்பறவை குறிப்பாக நீலகிரி, திருவாங்கூர் மற்றும் கேரளப் பகுதிகளில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. இது 15 செ.மீ. நீளமுடையது; இதன் அலகு ஆரஞ்சு நிறத்திலும், உடல் முழுதும் பச்சை நிறத்திலும, சிறகின் அடிப்பகுதி மஞ்சள் கலந்த பச்சையாகவும், வால் அலகின் அடிப்பகுதி கருநீல நிறத்துடனும் இருக்கும். மார்ச், ஏப்ரல் மாதங்கள் இனப்பெருக்க காலமாகும். காண்க: காதல் பறவை.

மீன்கொத்தி. மீன், தவளை, நண்டு ஆகியவை கிடைக்கக்கூடிய நீர்நிலைகளின் அருகில் இக்குருவியைக் காணலாம். இது நீர்நிலைக்கு அருகிலுள்ள மரம், கம்பம், தந்திக்கம்பி ஆகிய ஏதாவதொன்றின்மீது அமர்ந்து நீரையே பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் அல்லது நீருக்கு மேலே ஒரே இடத்தில் நின்று கீழே உற்றுநோக்கியபடித் தன் சிறகைப் படபடவென்று அடித்துக்கொண்டிருக்கும். அது எதிர்பார்க்கும் இரை நீரில் தென்பட்டால் உடனே இறக்கைகளை மடித்து நீரில் விழுந்து இரையைப் பிடித்துவிடும் இயல்புடையது. அச்சமயம் அது குரலெழுப்புவது இரை கிடைத்த மகிழ்ச்சியை வெளிப்படுத்துவதாக அமையும். இரை கிடைக்காவிடினும் இது தன் முயற்சியைக் கைவிடாது. ஆண், பெண் இரண்டுமே ஒத்த உருவுடையவை. ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. அளவுள்ள மீன் கொத்திக்குருவியின் அலகு, தலை, வயிறு, பிற பகுதிகள் ஆகியன மின்னும் நீலச்சிவப்பு நிறமாகவும், மார்பகம் தூய வெண்ணிறமாகவும், இறக்கைகளும், வாலும் நீலமாகவும் காணப்படும். அலகுப் பகுதி நீண்டு, அகன்று, கூர்மையாக, மீன், நண்டு, தவளை போன்றவற்றைக் கொத்திக் கவ்வவும் பற்றி எடுத்துச் செல்லவும் நன்கு பயன்படுகிறது.

நீரில் வாழும் உயிரினங்களைத் தவிரப் பயிர் நிலங்களிலும் திறந்தவெளிகளிலும் காணப்படும் அட்டை, புழு, பூச்சி மற்றும் சில நேரங்களில் சிறு பறவைகளையும் உணவாகக் கொள்ளும். இனப்பெருக்க காலமான மார்ச்-மே

மாதங்களில் நன்கு பாட்டிசைக்கும். மணற்பாங்கான இடங்களில் பள்ளம் தோண்டி அல்லது ஆற்றங்கரையோர அடிமரங்களில் உள்ள பொந்தில் முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். காண்க: மீன்கொத்தி.

ஆந்தை. ஆந்தை பல வகையாகக் காணப்பட்டாலும் தோற்றம் பழக்கவழக்கம் முதலியவற்றில் ஒற்றுமையுண்டு. வட்ட வடிவ முகம், பெரிய கண்கள், சப்பை மூக்கு, மர நிறத்தில் கறுப்பும், வெள்ளையும் கலந்த புள்ளிகள், குட்டையான கால், கூர்மையான விரல் நகங்களுடன் இருக்கும். இதன் பார்வைத்திறன் பகலில் குறைவாதலால் இரவில் மட்டும் வெளிவரும். மரப்பொந்துகளில் முட்டையிடும் இயல்புடையது. இதன் உணவு, எலி, தவளை, இறந்த சடலங்கள் ஆகியவையாகும். பசியாக இருக்கும்போது மட்டும் பலமுறை குரலெழுப்பும் இயல்புடையது. இதன் இனப்பெருக்கம் டிசம்பர், ஜனவரி, மார்ச் மாதங்களில் நடைபெறும். ஏறத்தாழ 15 செ.மீ. அளவுடைய காட்டு ஆந்தை அடர்ந்த காடுகளில் மட்டுமே வாழும். இதன் உடல் முழுவதும் மஞ்சள் நிறமாகவும், வாலின் நுனி கறுப்பாகவும், மார்பு காவி நிறமாகவும் இருக்கும். இது இரவு பகல் எந்நேரமும் அலறிக்கொண்டே இருக்கும். ஏப்ரல், மே மாதங்களே இதன் இனப்பெருக்க காலங்களாகும். மரப்பொந்துகளில் இது கூடுகட்டி முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கிறது. காண்க: ஆந்தை.

கழுகு. 90 செ.மீ. நீளமுள்ள கழுகின் அலகு, தலை, மார்பு, முதுகு, வால், இறக்கையின் நுனி, கால் ஆகியவை மஞ்சள் நிறமாகவும் இறக்கையின் மேல்பகுதி கருஞ்சிவப்பாகவும் இருக்கும். இதன் நகங்கள் கத்தியைப் போல் மிகவும் கூர்மையாக இருக்கும். இது ஒரு பறவையைப் பற்றினால் அதை எளிதில் விடாது. கால் நகங்களாலேயே அதைக் கிழித்துவிடும். அகப்பட்ட பறவையின் வயிற்றை ஒரேமுறையில் கிழித்துக் குருதியை உறிஞ்சிவிடும். மலைப்பாங்கான இடங்களிலும் நீர் நிலைகளுக்கு அருகிலும் வசிக்கும் இது பறக்கும்போது உடலைவிட இறக்கையே பெரிதாகக் காணப்படும். கீழே உட்கார்ந்தால் இறக்கையின் நுனி வாலின் அடிப்பகுதியைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். சுள்ளி மற்றும் முள்களைப் பயன்படுத்திப் பெரிய மரங்களிலும், மலைப்பாறைகளிலும் இது கூடுகட்டும். முட்டையிட்டவுடன் இது உலர்ந்த இலைகளையும் கூட்டினுள் கொண்டு வைக்கும் இது குளிர் காலத்திலேயே இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. காண்க: கழுகு

குடுமியான். கழுகு இனத்தைச் சேர்ந்த இப்பறவை வீட்டுச் சேவலை விடப் பெரிதாக இருக்கும். உடல் முழுவதும் மஞ்சள் நிறமாகவும் தலையில் கொண்டை யுடனும் இருக்கும். சினம் மிகும்போது கொண்டையைச் சிலிர்த்துக் கொண்டும், அடிக்கடி ஒலியெழுப்பிக் கொண்டுமிருக்கும். சிறகை அசைக்காமல் மிக உயரமாகப் பறக்கும். இறக்கையை மடித்து இரையைக் கண்டவுடன் விரைவாகக் கீழே வந்து சேரும். பாம்பு, தவளை, அட்டை, நத்தை போன்ற உயிரினங் களை இது புசிக்கிறது. அடர்த்தியான மரங்களில் கூடு கட்டி வாழக்கூடியது. இதன் இனப்பெருக்கக் காலம் ஜனவரி-மே மாதங்களாகும். காண்க: குடுமியான்.

வல்லூறு. பெண் வல்லூறு பருந்தின் அளவும், ஆண் பறவை காக்கையின் உருவளவும் உடையன. ஆனால் நிறத்தில் ஆண், பெண் இரண்டுமே ஒத்துள்ளன. இதன் அலகு, கழுத்து, வால், காது, கண்களின் ஓரம், இறக்கையின் கீழ்ப்பகுதி ஆகிய இடங்கள் வெண்மையாகவும், தலை, அலகின் இருபக்கம், கண்களின் கீழ்ப்புறம், முதுகு, இறக்கையின் மேல்பகுதி ஆகிய இடங்கள் சாம்பல் நிறத்திலும் காணப்படும். அலகு வளைந்தும் கூர்மையாகவும் முனையில் கறுப்பாகவும் இருக்கும்.

இதன் உணவு புறாப் போன்ற பறவையாகும். நன்கு உயரமான பனை மரங்கள், குன்றுகள், உயரமான கோபுரங்கள் முதலியவற்றில் இது தங்கியிருக்கும். இப்பறவை மிகவும் கட்டுப்பாடுடையது. பசியாக இருக்கும்போது மட்டுமே பறவைகளைக் கொல்லும்; பின்னர் விளையாடத் தொடங்கும். கூட்டமாகச் சென்று கொண்டிருக்கும் பறவைகளின் நடுவில் விரைவாகப் பாய்ந்து கூட்டத்தைக் கலைத்து ஒவ்வொன்றையும் சிதறி ஓடச் செய்துவிடும் தன்மை கொண்டது. கத்தியைப் போன்றும், மிக விரைவாகவும் இரையைப் பின்தொடர்ந்து சென்று பற்றிக்கொள்ளும். எத்தகைய பறவையும் இதன் குறியிலிருந்து தப்ப இயலாது. இதன் இனப்பெருக்கம் பனிக்காலங்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது. அச்சமயங்களில் இது தொடர்ந்து குரலெழுப்பிக் கொண்டேயிருக்கும். குகை, மலை உச்சி, பாறைகளின் இடுக்கு அல்லது வேறு பறவைகளின் கூடுகளில் முட்டையிடும். காண்க: வல்லூறு.

புறா. புறாவின் தலை சிறிதாகவும், உடல் சற்றுப் பெரிதாகவும் இருக்கும். புறா 32 செ.மீ.நீளமும் இதன் இறக்கைகள் 16 செ.மீ. நீளமும் இருக்கும். அலகு சாம்பல்

நிறமாகவும் முனை சற்றே வளைந்தும் காணப்படும். தலை கருநீலமாகவும், உடலின் மேல்பகுதி பச்சையும் நீலமும் கலந்த நிறமாகவும், கறுப்புப் புள்ளிகளுடனும் காணப்படும். பாதி வால்பகுதி நன்கு கறுத்தும், பாதிப்பகுதி சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும். கழுத்து மின்னும் பச்சை நிறத்திலும் கால்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்திலும் தோன்றும். கண்கள் வட்டமாகவும், கருவிழியைச் சுற்றி வெண்மையாகவும், அதில் சிவப்புப் புள்ளிகளுடனும் காணப்படும். இதன் உணவு கனிகளும் தானிய வகைகளுமாகும். நீரை உறிஞ்சிக் குடிக்கும் இயல்புடைய இப்பறவை பரந்த வெளிகளில், அடர்ந்த மரங்களில் கூட்டம் கூட்டமாக வசிக்கும். ஆண் புறாவைவிடப் பெண் சற்றுச் சிறியதாக இருக்கும். புறா அஞ்சும் இயல்புடையது. இதன் குரல் மிக இனிமையாக இருக்கும். இப்பறவையில் காதல் விளையாட்டு குறிப்பிடத்தக்கது. கர்ணப்புறா என்பது வானத்தில் குட்டிக்கரணம் போடும் இயல்புடையது. ஹோமர் என்னும் இனம், நீண்ட தொலைவு பறப்பதில் புகழ் பெற்றது. அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் புறாக்களில் ஆட்டப்புறா என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. காண்க: புறா.

மயில். மயில் திறந்தவெளியில் அடர்த்தியற்ற காடுகளில் வாழக்கூடியது. சிறு விலங்குகள், புழு, பூச்சிகள் ஆகியவற்றை இது உணவாகக் கொள்ளும். தரையிலேயே தன் உணவுப்பொருள்களைத் தேடிக்கொள்ளும். பாம்பு போன்றவற்றையும் உணவாகக் கொள்கிறது. தீங்கிழைக்கும் [illegible] ஏதாவது வருமாயின் பாதுகாப்பான இடத்தை நோக்கி விரைவாகச் செல்லும். இறக்கைகள் இருப்பினும் நீண்ட தொலைவு இப்பறவையால் பறக்க இயலாது. எதிரியைக் கண்ட மயில், மறைவிடம் சென்றவுடன் அந்தக் காடே அதிருமாறு உரக்க அகவும். கண்கவரும் இப்பறவையின் ஆட்டத்தைக் கண்டோர் தம்மை மறப்பர். வானத்தில் கருமேகம் கவிழ்ந்தால் தோகையை விரித்து ஆடத்தொடங்கிவிடும். கவின்மிகு தோகை, இறைச்சி ஆகியவற்றிற்காக இது வேட்டையாடப்படுகிறது. ஆண் மயிலுக்கும், பெண் மயிலுக்கும் குறிப்பிடத்தக்க மாறுபாடுகள் உள்ளன. ஆண் மயிலுக்கு நீண்ட தோகை காணப்படும். ஆண், பெண் இரண்டிற்குமே கொண்டை உண்டு. இதன் கண்களின் இரண்டு பகுதிகளிலும் வெண்மையான கோடு இருக்கும். தோகையுடன் சேர்த்து ஆண் மயில் ஏறத்தாழ 2 மீ.நீளமும், பெண் மயில் ஏறத்தாழ 1 மீ.நீளமும் இருக்கும். பெண் மயிலுக்குத் தோகை இல்லை. ஆண், பெண் இரண்டுக்குமே அலகு நீண்டும் கூர்மையாகவும் இருக்கும். டிசம்பர்-மார்ச் இதன் இனப்பெருக்க காலமாகும். புதர்போல் புல் வளர்ந்துள்ள இடங்களில் முட்டையிடும். ஒரே சமயத்தில் நான்கைந்து முட்டைகள் கூட வைத்துக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். காண்க: மயில்.

காடை. இச்சிறிய பறவையில் ஆண், பெண் இரண்டின் கழுத்துப் பகுதிகளிலும் கறுப்பும் வெள்ளையும் கலந்த நிறம் காணப்படும். மேல்பகுதியில் நீலம் கலந்த சாம்பல் நிறமும், சிவப்பு நிறமும் காணப்படும். ஆண் காடையைவிடப் பெண் சற்றுச் சிறியதாக இருக்கும். காடுகளிலும், மலைப்பாங்கான இடங்களிலும் வசிக்கும் இது பெரும்பாலும் கூட்டங்கூட்டமாகக் காணப்படும். பயிர் நிலங்கள் புல் நிறைந்த இடங்கள் ஆகியவற்றிலேயே இது இரைத் தேடித் திரியும். தானியங்கள், புழு, பூச்சிகள் இதன் உணவாகும். ஓராண்டிற்கு இரண்டு முறை இனப்பெருக்கம் செய்யும். இப்பறவை புல் வளர்ந்த இடங்களில் தன் கூட்டை அமைத்து முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். காண்க: காடை.

கௌதாரி. சாதாரண புறாவின் அளவே உள்ள இதன் வால் மட்டும் குட்டையாக இருக்கும். இதன் நிறம் காடையைப் போன்றே இருக்கும். மலைப்பாங்கான இடங்களிலும், சிறு காடுகளிலுமே இது வசிக்கிறது. தானியங்கள், கரையான், வெட்டுக்கிளி, புழு, பூச்சிகள் ஆகியவற்றையே இது உணவாகக் கொள்கிறது. ஜூலை - அக்டோபர் மாதங்கள் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். இது புதர்களில் கூடுகட்டி முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கிறது. காண்க: கௌதாரி.

பெரிய நாரை. தலைநிமிர்ந்து தரையில் நின்றால் இந்த நாரை ஏறத்தாழ 1 மீ. இருக்கும். இதன் தலையும் கழுத்தும் கறுப்பு நிறமாகவும் அடர்த்தியாகச் சிறகு முளைத்தும் இருக்கும். இதன் தலைப்பகுதியும், அலகும் அளவுக்கு மீறிப் பெரிதாக உள்ளன. இதன் உடல் பெருத்துக் காணப்பட்டாலும் பறப்பதில் இது மிகவும் திறமை வாய்ந்தது. மக்கள் நடமாட்டமற்ற இடங்களில் இது சிறு கூட்டமாக இருக்கும். காடு நிறைந்துள்ள இடங்களில் நீர்நிலைகளில் தன் இரையைத் தேடித்திரியும். எதிரியைக் கண்டால் சிறகை விரித்து வேகமாக அடித்துக் கொண்டு பறந்து சென்றுவிடும். மீன், நண்டு, தவளை ஆகியவற்றுடன் சிறு விலங்குகளையும் இது உணவாகக் கொள்கிறது. இது நீர்நிலைகளுக்கு அருகில் மரப்பொந்துகளில் கூடுகட்டி முட்டையிடுகிறது. சில சமயங்களில் மணல், வாழை, மூங்கில் ஆகிய மரங்களின்

பொந்துகளில் கூட முட்டையிடுகிறது. மழைக் காலத்திலேயே இது இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. அச்சமயம் ஆணும் பெட்டையும் மிகச் சிறப்பாக நடனமாடும். இரண்டும் சிறகுகளை விரித்து அடித்துக்கொண்டு குதித்துத் தம் காதலை வெளியிடும். காண்க: பெருநாரை.

நாரைக்கொக்கு. இதில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. ஒன்று சாம்பல் நிறமாகவும், மற்றொன்று மர நிறமாகவும் காணப்படும். இது ஏறத்தாழ 1 மீ. நீளமிருக்கும். இரண்டின் தலையிலும் நீளமான கொண்டை போன்ற சிறகு இருக்கும். மீன், தவளை, நண்டு, பிற உயிரினங்கள் ஆகியவற்றை உணவாகக் கொள்கிறது. இது கழுத்தை உள்ளே இழுத்துக் கால்களைப் பின்னுக்கு நீட்டிப் பரந்து திரியும். இதன் குரல் கேட்கும் வண்ணம் இராது. உயரமான மரங்களிலோ, நீர்நிலைகளுக்கு அருகிலுள்ள மரங்களிலோ, இது கூடுகட்டி முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கிறது. டிசம்பர்-ஜூன் மாதங்கள் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். காண்க: நாரைக்கொக்கு

வாத்து. வாத்து பருமனாகவும் சிறிய இறக்கைகளுடனும் காணப்படும். இதன் அலகு தட்டையாகக் காணப்படும். பெரும்பாலான வாத்துகள் வெண்மை, சாம்பல் நிறம், மரநிறமும் வெண்மையும் கலந்த நிறங்களைப் பெற்றிருக்கும். ஆனால் இவற்றின் அலகுகள் மஞ்சள் அல்லது சற்றுச் சிவந்த நிறமாக இருக்கும். கால்கள் மஞ்சள் நிறமாகவும், விரல்களுக்கு இடையில் தசையுடனும் காணப்படும். கண்கள் வட்ட வடிவாக இருக்கும். கண்ணிமைகள் மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். நீரில் வாழும் சிறிய உயிரினங்கள், மீன், தவளை, புழு, பூச்சி மற்றும் தானியங்களை உணவாகக் கொள்ளும். தரைப்புல் இதற்கு மிகவும் விருப்பமான உணவாகும். இது வீட்டுப்பறவையாக உள்ளமையால் எங்கும் முட்டையிடும். காண்க: வாத்து.

- கே.அன்புமணி

தென்னிந்திய மாடுகள்

இந்தியாவில் இருபத்தாறு வகையான மாட்டினங்கள் உள்ளன.இவற்றுள் ஏழு இனங்கள் தென்னிந்தியாவைச் சேர்ந்தனவாகும். இங்குள்ள பெரும்பாலான இனங்கள் வேலைக்கு ஏற்றவை ஆகும். இதற்கு ஏற்றவாறு உறுதியான கால்களையும், நீளமான உடலமைப்பையும், இறுக்கமான தோலையும் இவை கொண்டுள்ளன. பால் உற்பத்தியில் இவை மிகவும் தரம் குறைந்தவையாகவே உள்ளன.

தென்னிந்திய மாட்டினங்களை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை:

பால் தரக்கூடியவை. இவ்வகையில் டியோனி எனப்படும் ஒரே இனம் மட்டுமே தென்னிந்தியாவில் உள்ளது.

வேலைக்கு ஏற்றவை. இவ்வகையில் காங்கேயம், பர்கூர், அமிர்தமகால், அலிகார் ஆகிய நான்கு இனங்கள் உள்ளன.

இரு பயனுள்ள மாட்டினங்கள். வேலைக்கும், பாலுக்கும் ஏற்ற இவ்வகையில் கிருஷ்ணா, ஓங்கோல் என இரு இனங்கள் தென்னிந்தியாவில் உள்ளன.

பால் தரக்கூடியவை

இவ்வகையைச் சேர்ந்த மாடுகள் மிகுதியாகப் பால் தரக்கூடியவை. இவ்வகையைச் சேர்ந்த எருதுகளின் வேலைத்திறன் மிகவும் குறைவே. இவற்றின் தோல் இறுக்கமின்றிக் காணப்படும். கழுத்தில் உள்ள ஆடுதசை நன்றாகத் தொங்கிக் கொண்டு இருக்கும்.

டியோனி. நடுத்தர உடலமைப்புடைய இவ்வினம் தோன்றிய இடம் ஆந்திர மாநிலத்தில் மேற்கு, வடமேற்குப் பகுதிகளாகும். குஜராத் மாநிலத்தினைச் சேர்ந்த கிர் இன மாடுகளைப் போலவே இவ்வினம் இருக்கும்.

உடலமைப்பு. இவ்வின மாடுகள் வெள்ளை, கறுப்பு, வெள்ளை சிவப்பு நிறங்களில் காணப்படும். தனி நிறமாகவோ இரு நிறக் கலவையாகவோ இருக்கும். கறுப்பு - வெள்ளை கலந்த நிறமே பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. இதன் தலை நடுத்தரமான அளவில் சற்றே எடுப்பான முன் நெற்றியுடன் காணப்படும். உறுதியான கொம்புகள் வெளிப்புறமாகவும், பின்புறமாகவும் வளைந்திருக்கும். நடுத்தரமான தொங்கும் காதுகளைக் கொண்டிருக்கும். தலைத் தாடியும் ஆண்குறி உறையும் நன்றாகத் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். நல்ல உடலமைப்பும் மடிக் காம்புகளும் இதன் தனிச் சிறப்பாகும். இவ்வினம் நன்கு பால் தரக்கூடியது. ஓராண்டில் 700-1000 கி.கி. பால் கொடுக்கும்.

உடலளவு. இவ்வினப் பசுக்கள் சராசரியாக 52 அங்குல உயரத்தையும், 56 அங்குல நீளத்தையும் கொண்டிருக்கும். பசுக்களின் சராசரி எடை 350 கி.கி. எனவும், காளைகளின் சராசரி எடை 600 கி.கி. எனவும் இருக்கும்.

வேலைக்கு ஏற்றவை

இவ்வகையைச் சேர்ந்த மாடுகள் வேலைத்திறன் மிக்கவையாகவும், குறைவான பால் தரக்கூடியவையாகவும் இருக்கும். அளவான உடலமைப்பு, உறுதியான கால்கள், இறுக்கமான தோல், தொங்காத ஆண்குறி, சுறுசுறுப்பான வேகநடை ஆகியவை இவ்வின மாடுகளின் சிறப்பியல்பு களாகும்.

காங்கேயம். இவ்வினத்தின் தோற்றம் பெரியார் மாவட்டத்தில் உள்ள காங்கேயம், தாராபுரம் ஆகிய பகுதிகளாகும். இப்பகுதியைச் சேர்ந்த பழையகோட்டை பட்டக்காரர் என்னும் இனவிருத்தியாளருக்கு இவ்வினத்தில் வளர்ச்சியில் பெரும்பங்கு உண்டு. இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த எருதுகள் மிகுந்த வலிவுடனும், சுறுசுறுப்புடனும் காணப்படும். இவை உழவு வேலைக்கும், சாலைப் பணிகளுக்கும் மிகவும் ஏற்றவை. இவ்வினப் பசுக்கள் மிகவும் குறைவான பால் சுரக்கும் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும்.

உடலமைப்பு. இவ்வினம் தலையையும் அகன்ற நெற்றியையும் கொண்டிருக்கும். இதன் கொம்புகள் வெளிப்புறமாகவும், பின்புறமாகவும் வளைந்திருக்கும். இது பார்ப்பதற்கு ஒரு வளையம் போன்ற தோறறத்தில் காணப்படும். உடல் பொதுவான நீளத்தைக் கொண்டிருக்கும். கழுத்து சறறே குறுகலாகக காணப்படும். தோல் மென்மையாக இருக்கும். ஆண்குறி உறை உடலுடன் ஒட்டி இருக்கும். வால் சிறிது நீளமாகக் காணப்படும். வெள்ளை அல்லது மயிலை நிறத்தில் நான்கு கால்களிலும் முழங்கால் பகுதியில் கறுப்பு நிறத் திட்டுகளுடன் காணப்படும். கன்றுகள் சிவப்பு நிறமாகத் தோற்றமளிக்கும். பின்பு கன்று வளர வளர நிறமாற்றம் அடைந்து நான்கு மாதஙகளில் வெள்ளை நிறத்தை அடைந்து விடும். இவ்வினப் பசுக்களில் நடுத்தரமான மடி, சிறிய காம்புகள் காணப்படும்.

உடலளவு. காளைகள் சராசரியாக 52 அங்குல உயரத்திலும், பசுக்கள் 47 அங்குல உயரத்திலும் இருக்கும். காளைகளின் உடல் எடை சராசரியாக 525 கி. கிராமும். பசுக்களின் உடல் எடை சராசரியாக 340 கி.கிராமும் இருக்கும்.

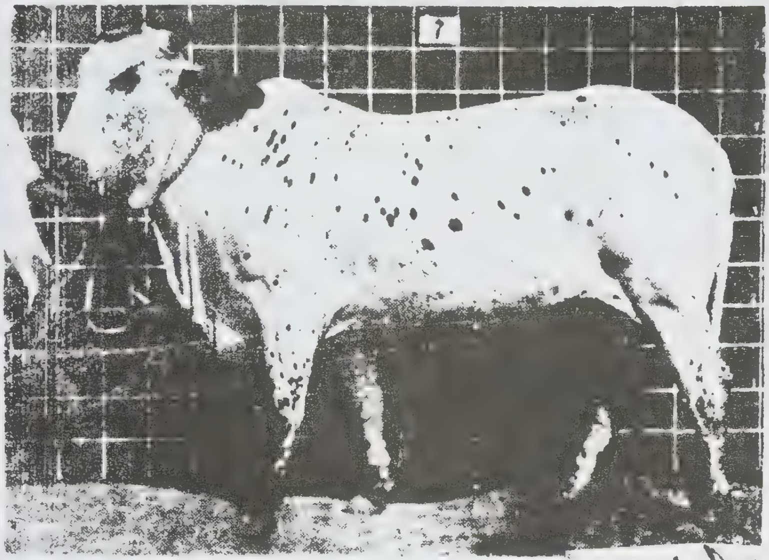
பர்கூர். தமிழ்நாட்டின் பெரியார் மாவட்டத்தில் பவானி வட்டத்தைச் சேர்ந்த பர்கூர் மலைப்பகுதியே இவ்வினம் தோன்றிய இடமாகும். இம்மாடுகளை இப்பகுதியில் மலைமாடு என்றும் குறிப்பர். இவை அலிகார் இன மாடுகளை ஒத்த அமைப்பில் காணப்படும். நீண்ட காலம் நல்ல உடல் உறுதியுடன் இருக்கக் கூடிய இவ்வினம் வேகத்திற்குப் பெயர் பெற்றதாகும். இம்மாடுகளை வேலைக்குப் பழக்குவது சற்றே கடினம்.

உடலமைப்பு. சற்றே சீற்றக் குணமுடைய இவ்வினம் சிறிய கவர்ச்சியான உடலமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். நீளமான தலையையும் எடுப்பான நெற்றியையும் பெற்றிருக்கும். அடிக் கொம்பிற்கு இடையிலான பகுதியில் ஆழமான பள்ளம் காணப்படும். கூர்மையும் நீளமும் பெற்ற கொம்புகள் மேல்நோக்கி அல்லது பின்புறமாக வளர்ந்திருக்கும். கால்கள் குட்டையாகவும் குளம்புகள் உறுதியாகவும் அமைந்திருக்கும். குட்டையான மெல்லிய வாலைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வினம் வெள்ளை, மயிலை, சிவப்பு ஆகிய நிறங்களில் காணப்படும். வெள்ளையும் சிவப்பும் கலந்த நிறத்திலேயே பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும். பொதுவான வளர்ச்சியுடைய இவை தாடியையும், உடலோடு ஒட்டிய ஆண்குறி உறையையும் கொண்டிருக்கும்.

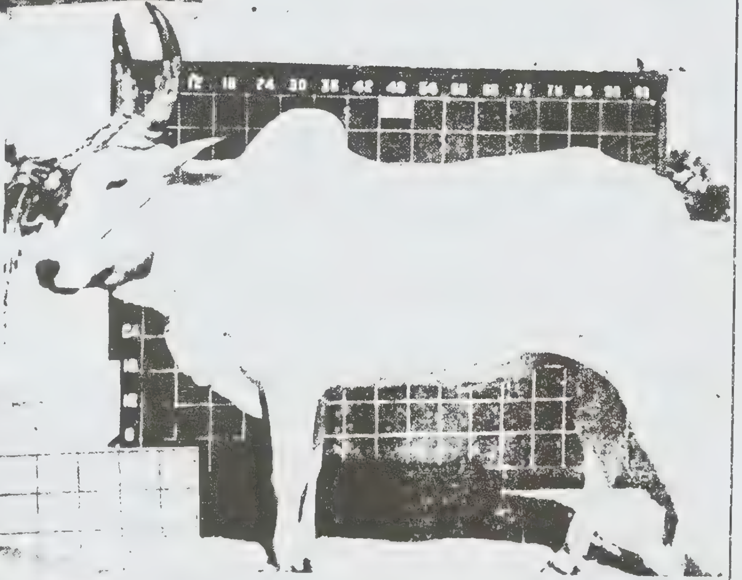
உடலளவு. இவ்வினக் காளைகள் சராசரியாக 46 அங்குல உயரத்தையும், பசுக்கள் 43 அங்குல உயரத்தையும் கொண்டிருக்கும். காளைகள் சராசரியாக 340 கி.கி.வும் பசுக்கள் சராசரியாக 280 கி.கி. மும் இருக்கும்.

அமிர்தமகால். இவ்வினம் கர்நாடக மாநிலத்தைச் சேர்ந்த மைசூரில் தோன்றிய இனமாகும். இவை நீடித்த வேலைத்திறனுக்குப் பெயர் பெற்றவை. இவை சற்றே சீற்றமிகு குணத்துடனும். சுறுசுறுப்புடனும் காணப்படும். இவ்வின எருதுகள் கடினமான வேலைகளை விரைவாகச் செய்யும் திறன் கொண்டிருக்கும். பசுக்கள் மிகக் குறைவாகவே பால் கொடுக்கும்.

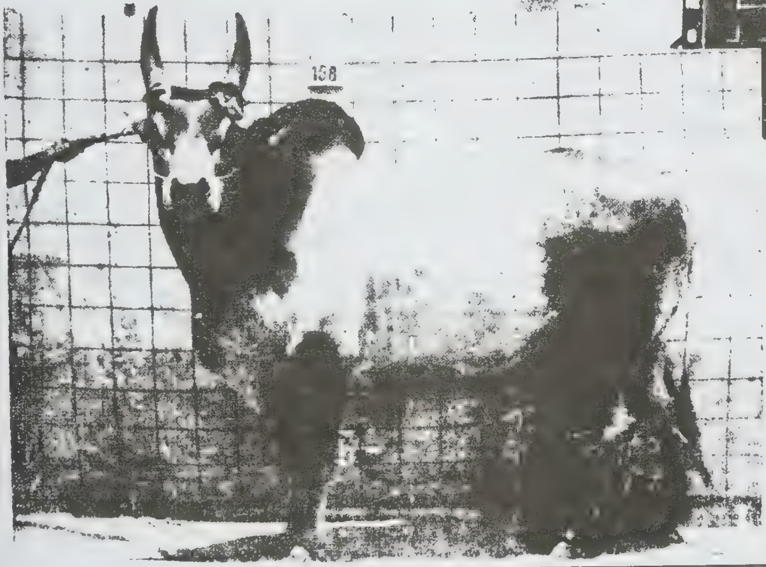
இவை வெள்ளை நிறத்திலும், மயிலை நிறத்திலும் காணப்படும். தலை அழகிய தோற்றத்துடனும், குறுகலாகவும் காணப்படும். கண்கள் ஒளிமிகுந்து காணப்படும். இரு நீளமான கொம்புகளும் ஒன்றுபோல் மேல்நோக்கி வளைவாகச் சென்று, பின்பக்கமாகச் சிறிது வளைந்து காணப்படும். கூர்மையான சிறிய காதுகளையும் நன்கு வளர்ந்த திமிலையும் கொண்டிருக்கும்.



டியோனிப் பசு



காங்கேயம் எருது



காங்கேயம் காளை

சில தென்னிந்திய மாடுகள்

உடல் நீளமாகவும் உருண்டையாகவும் காணப்படும். கால்கள் நடுத்தரமாக இருக்கும். குளம்புகள் உறுதியாகவும், கறுப்பாகவும், குறுகலான பிளவுடனும் இருக்கும். பெரிய தாடியையும், மெல்லிய அழகிய வாலையும் கொண்டிருக்கும். இவ்வினப் பசுக்கள் உடலுடன் நன்கு ஒட்டிய தோலையும், சிறிய மடியையும் மிகச் சிறிய மடிக்காம்புகளையும் கொண்டிருக்கும்.

உடலளவு. இவ்வினக் காளைகள் சராசரியாக 51 அங்குல உயரத்தையும், பசுக்கள் 49 அங்குல உயரத்தையும் கொண்டிருக்கும். காளைகள் சராசரியாக 500 கி.கி. எடையையும் பசுக்கள் 320 கி.கி. எடையையும் பெற்றவை.

அலிகார். இவ்வினம் கர்நாடக மாநிலத்தில் உள்ள ஹஸ்ஸன், தும்கூர் மற்றும் மைசூர் மாவட்டங்களில் தோன்றியதாகும். தென்னிந்தியாவில் மிகவும் புகழ்பெற்ற இவ்வின எருதுகள் அனைத்துச் சாலைப் பணிகளுக்கும் தோட்ட வேலைகளுக்கும் ஏற்றவையாகும். இதன் தலை நீளமாக இருக்கும். துருத்திய முன்நெற்றியின் நடுவில் பள்ளம் காணப்படும். கொம்புகள் அருகருகில் தொட தலையிலிருந்து செங்குத்தாகப் பின்னோக்கி சென்று கூரிய முனைகளுடன் மேல்நோக்கி வளைந்து காணப்படும். இதன் உடல் நீளமாகவும், மெல்லிய நீளமான கால்களைக் கொண்டதாகவும் காணப்படும். வால் பின்னங்கால் முட்டி வரை நீண்டிருக்கும், பின்பகுதி வலிவுடன் அமைந்திருக்கும்.

இவ்வினம் கரிய அல்லது இள மயிலை நிறத்தில் காணப்படும். முகத்திலும் அரை தாடியிலும் வெள்ளைநிறத் திட்டுகள் காணப்படும். இவ்வின எருதுகள் மிகவும் சுறுசுறுப்பானவை. தொட்டவுடன் துள்ளி எழுந்து வேகமாகச் செயல்படக்கூடியவை. இவை ஒரே சீராகவும் வேகமாகவும் வேலை செய்யும் திறன் கொண்டிருக்கும்.

உடலளவு. இவ்வினக் காளைகள் சராசரியாக 54 அங்குல உயரத்திலும், பசுக்கள் 47 அங்குல உயரத்திலும் காணப்படும். காளையின் உடல் எடை சராசரியாக 455 கி.கிராமும் பசுக்களின் உடல் எடை 320 கி.கிராமும் இருக்கும்.

இரு பயனுள்ள மாட்டினங்கள்

இவ்வகையைச் சேர்ந்த மாட்டினங்கள் பால் தரக்கூடிய இனங்களுக்கும், வேலைக்கேற்ற இனங்களுக்கும் இடைப் பட்ட பண்புகளைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வினப் பசுக்கள் ஓரளவு பால் தரக்கூடியவை. எருதுகள் நன்கு வேலை செய்யும் திறன் கொண்டிருக்கும். இந்தியாவில் இவ்வகையைச் சேர்ந்த 6 மாட்டினங்கள் உள்ளன. அவற்றில் இரண்டு இனங்கள் தென்னிந்தியாவைச் சேர்ந்தவையாகும்.

ஓங்கோல். இவ்வினம் ஆந்திர மாநிலத்தில் ஓங்கோல், நெல்லூர், குண்டூர் ஆகிய பகுதிகளில் தோன்றியதாகும். இதை நெல்லூர் மாடு என்றும் குறிப்பிடுவர். இவ்வினம் கிருஷ்ணா மற்றும் கோதாவரி நதிகளை ஒட்டிய பகுதிகளிலும் காணப்படுவதுண்டு.

இவ்வின எருதுகள் பெரியவையாகவும் ஆற்றல் வாய்ந்தவையாகவும் இருக்கும். வண்டி இழுப்பதற்கும் உழவுத் தொழிலுக்கும் இவை மிகவும் ஏற்றவை. பொதுவாக இவை கடுமையான வேலைக்குப் பயன்படுவதில்லை. இவ்வினப்பசுக்கள் ஓரளவே பால் தரக்கூடியவை.

தலை நடுத்தரமாகவும், அகன்ற முன் நெற்றியுடனும் இருக்கும். கொம்புகள் உட்புறமாகவும், வெளிப்புறமாகவும் வளைந்து குட்டைய ாகக் காணப்படும். குறுகலான கழுத்து, பொதுவான அலைதாடி, பெரியதாகவும் இருக்கும். உறுதி யான கால்களையும் நீண்ட வாலையும் கொண்டிருக்கும். நடுத்தர மடியையும், சரியான அளவில் அமையப்பெற்ற காம்புகளையும் கொண்டிருக்கும்.

இவ்வினம் வெள்ளை அல்லது மயிலை அல்லது வெள்ளை மற்றும் கறுப்பு, அல்லது திமில், கழுத்து கணுக்கால் ஆகியவற்றின் மேல் கறுப்பு நிறத் திட்டுகளுடன் காணப்படும். கன்றுகள் வெள்ளை நிறத்தில் சிவந்த பழுப்பு நிறத் திட்டுகளுடன் காணப்படும். ஆறு மாத வயதை அடையும்போது தூய வெள்ளை நிறத்திற்கு மாறிவிடும். பசுக்கள் ஓராண்டில் 750-1000லி. வரை பால் கொடுக்கும். எருதுகள் கரிசல் நிலத்தில் முரட்டு வேலைகளுக்கும், உழுவதற்கும், வண்டி இழுப்பதற்கும், நிதானமாகச் செய்யக் கூடிய கடினமாக வேலைகளுக்கும் ஏற்றவையாகும்.

உடலளவு. இவ்வினக் காளைகள் சராசரியாக 58 அங்குல உயரத்திலும், பசுக்கள் 54 அங்குல உயரத்திலும் காணப்படும். காளைகள் சராசரியாக 570 கி.கி. எடையிலும், 430 கி.கி. எடையிலும் இருக்கும்.

கிருஷ்ணா. இவ்வினம் கிருஷ்ணா நதிப் பள்ளத்தாக்கில் தோன்றியதாகும். கோலாப்பூர், மீராக், சங்கிலி, பெல்ஹாம், சடாரா, தார்வார் ஆகிய மாவட்டங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இவ்வின எருதுகள் அதன் வேலைத்திறனுக்காக அதிக விலைக்கு விற்கப்படுவதுண்டு. இவை கரிசல் மண்ணில் வேலை செய்ய மிகவும் ஏற்றவை. இவ்வினப் பசுக்கள் ஓரளவே பால் தரக்கூடியவை.

தலை உடலுக்குப் பொருத்தமில்லாமல் சிறியதாக, அகன்ற நெற்றியுடன் காணப்படும். குட்டையாகத் தடித்த கொம்புகள் மேற்புறமாகவும், வெளிப்புறமாகவும் வளைந்து காணப்படும். உடல் பெரியதாகவும் ஆழமாகவும் இருக்கும். கால்கள் குட்டையாகவும் தசைப்பற்றுடனும் இருக்கும். அரை தாடியும், ஆண்குறி உறையும் பொதுவான வளர்ச்சியுடன் காணப்படும்.

இவ்வினப் பசுக்கள் மயிலை நிறத்தில் காணப்படும். காளைகள் சற்றே கருமை கலந்து காணப்படும். வலிமைமிக்க இக்காளைகள் கடினமான வேலைக்கு ஏற்றவையாகும். பசுக்கள் ஓராண்டில் 1000 லி.பால் கொடுக்கும்.

உடலளவு. இவ்வினக் காளைகள் சராசரியாக 56 அங்குல நீளத்திலும் பசுக்கள் 46 அங்குல நீளத்திலும் இருக்கும். உடல் எடை காளைகளுக்குச் சராசரியாக 625 கி.கிராமும் 350 கி.கிராமும் இருக்கும்.

- ஆர்.கோவிந்தராஜு

தென்னிந்தியாவில் வளரும் அயல்நாட்டு மரங்கள்

மடகாஸ்கர், தென் ஆ.ஃப்ரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, ஜாவா, மலாயா, மியான்மர் போன்ற நாடுகளிலிருந்து வந்த பல மரங்கள் தென்னிந்தியாவில் வளர்கின்றன. இம்மரங்கள், மனிதனின் அன்றாட வாழ்வில் பொருளாதார அடிப்படையில் இன்றியமையாதவையாகையால் அவற்றின் பெயர், அவற்றின் பொருளாதாரச் சிறப்புப் பற்றி அறியலாம்.

பெரும்பான்மையான அயல்நாட்டுத் தாவரங்கள் மருந்திற்காகவும், மணப் பொருளுக்காகவும், உணவிற் காகவும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. வீட்டுத் தோட்டங்களில் அழகுக்காக வளர்க்கப்படுவதற்குத் தாவரங்கள் அயல் நாடுகளிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டன. மிகப் பெரும்பான்மை யான அயல் நாட்டுத் தாவரங்கள் ஆங்கிலேய ஆட்சியின்போதே தென்னிந்தியாவில் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டன.

கொன்றை மரம். இலங்கையைச் சேர்ந்த இம்மரம் மே, ஜூன் திங்கள்களில் பூக்கிறது. இதன் மலர்கள் இளம் சிவப்பு நிறமுடையவை. தமிழ்நாடு, ஆந்திரம், கேரளம் ஆகிய மாநிலங்களில் அழகிற்காக இம்மரம் வளர்க்கப்படுகிறது.

பெருங்கொன்றை மரம். மலேஷியா நாட்டைச் சேர்ந்த இம்மரத்தின் மஞ்சள் நிற மலர்கள் அக்டோபர்த் திங்களில் தோன்றும். தென்னிந்தியாவில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப்பகுதிகளில் அழகிற்காக இம்மரம் வளர்க்கப்படுகிறது.

கொடுக்காப்புள்ளி மரம். குறைந்த உயரமுடைய இம்மரம் பிரேசில் நாட்டைச் சேர்ந்தது. பூக்கள் மார்ச், செப்டம்பர்த் திங்களில் தோன்றுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் மிகுதியாக வளரும் இதன் கனி உண்ணக்கூடியது.

சவுக்கு. ஆஸ்திரேலியாவிலிருந்து தென்னிந்தியா வந்த இம்மரம், 15-20 மீ. உயரம் வளரக்கூடியது. இதன் இலைகள் சிறுத்துச் செதில் இலைகளாக இருக்கும். தமிழ்நாடு, கேரள, ஆந்திர மாநிலங்களில் மணற்பாங்கான கடற்கரைப் பகுதிகளில் வளரும் இம்மரத்தின் கட்டை பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தது.

மலை வேம்பு. ஈரான் நாட்டைச் சேர்ந்த இந்த இலையுதிர் மரத்தின் இளஞ்சிவப்பு நிறமான மலர்கள் அழகுக்காக வளர்க்கப்படுகின்றன.

வேலிக்கருவை. மெக்சிகோவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இந்த முள்மரம் வேலிக்காக வளர்க்கப்படுகிறது. ஓரளவு தமிழ்நாட்டின் விறகுத் தேவையை இது நிறைவு செய்கிறது.

அசோகம். இலங்கையிலிருந்து அறிமுகமான இம்மரம் நீண்டு வளரும் மையத் தண்டைக் கொண்டது. கோபுரம் போல் அமைந்த பக்கக் கிளைகள் இதற்கு உண்டு. அழகிற்காக

வளர்க்கப்படும் இம்மரத்தின் இளம் சிவப்பு, மஞ்சள் நிறமுடைய மலர்கள் ஏப்ரல் திங்களில் மலர்கின்றன. கட்டைகள் பென்சில், பெட்டிப் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

புளிய மரம். ஆ.'.ப்ரிக்க நாட்டிலிருந்து அறிமுகமாகிய இம்மரம் சாலை ஓரங்களில் நிழல் தருவதற்காக வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் கனி உணவில் பயன்படுகிறது.

முந்திரி. பிரேசில் நாட்டை சேர்ந்த இது கேரளா, தமிழ்நாடு, ஆந்திரா, கர்நாடகா ஆகிய மாநிலங்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. முந்திரியின் கனி உண்ணப் பயன்படுகிறது.

ஆப்பிள். இது ஐரோப்பாவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. தமிழ்நாட்டில் நீலமலை, கொடைக்கானல் பகுதிகளில் வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் கனி சத்து மிகுந்தது.

பேரி. மேற்காசிய நாடுகளிலிருந்து இந்தியாவை அடைந்த இதன் கனி உண்ணக்கூடியது.

பப்பாளி. மேற்கிந்தியத் தீவுகளையும், அமெரிக்காவையும் தாயகமாகக் கொண்ட இதன் கனியை உண்ணலாம்.

கோகோ. சிறுமரமாக வளரும் இது அமெரிக்காவிலிருந்து அறிமுகமானது. நீலகிரி, பழனிமலைத் தொடர்களில் வளர்க்கப்படும் இதன் விதைகளிலிருந்து கோகோ தயாரிக்கப்படுகிறது.

ரப்பர் மரம். மிக உயரமாக வளரக்கூடிய இம்மரம் பிரேசில் நாட்டைத் தாயகமாகக் கொண்டது. கேரளா, கர்நாடகா ஆசிய மாநிலங்களில் வளர்க்கப்படும் இம்மரத்தின் பட்டையிலிருந்து வடியும் பாலிலிருந்து ரப்பர் தயாரிக்கப்படுகிறது.

யூகலிப்டஸ் மரம். இப்பெரிய மரம், ஆஸ்திரேலியாவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. தென்னிந்தியாவில் நீலகிரி, ஆனைமலை, பழனி மலைத் தொடர்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. முதிர்ந்த இலைகளிலிருந்து மருந்தாகப் பயன்படும் யூகலிப்டஸ் எண்ணெய் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

சப்போட்டா மரம். அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த இம்மரம் உண்ணக்கூடிய கனிகளுக்காகத் தமிழ்நாட்டில் பல இடங்களில் வளர்க்கப்படுகிறது.

சின்கோனா மரம். தென் அமெரிக்காவிலிருந்து அறிமுகமான இம்மரம், நீலகிரியில் வளர்கிறது. இதன் மரப்பட்டையிலிருந்து குவினைன் என்னும் மருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இது மலேரியாக் காய்ச்சலுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

பாக்கு மரம். தமிழ்நாடு, கர்நாடக மாநிலங்களில் வளர்க்கப்படும் இம்மரம் மலேஷியாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்டது. இதன் கனி (பாக்கு) வெற்றிலையுடன் மெல்லப் பயன்படுகிறது.

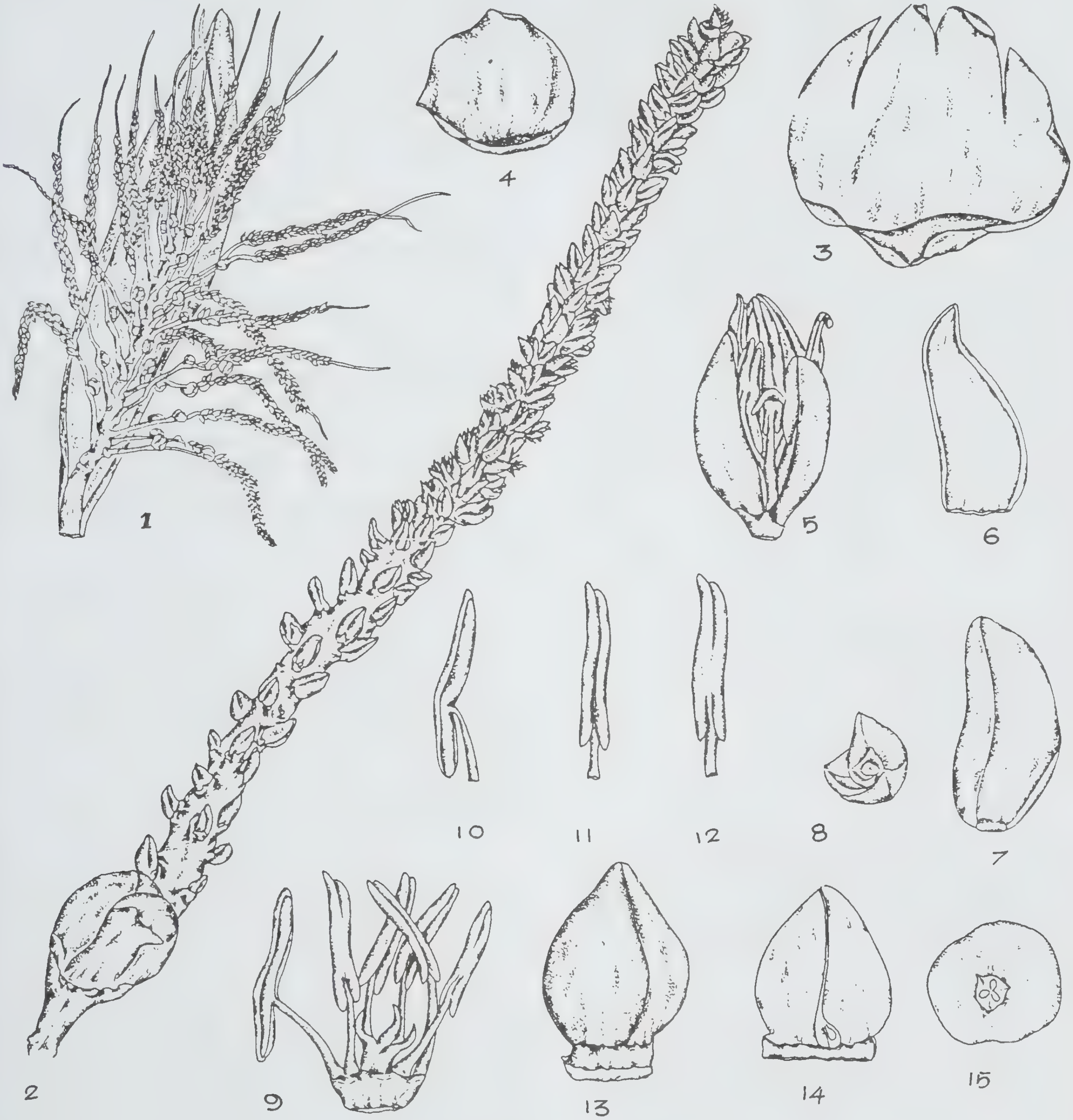
நிலக்கடலை பிரேசில் நாட்டிலிருந்தும், பருத்தி, சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, புகையிலை ஆகியவை வட அமெரிக்காவிலிருந்தும், உருளைக்கிழங்கு, தக்காளி, மக்காச்சோளம் ஆகியவை தென் அமெரிக்காவிலிருந்தும், மிளகாய், அமெரிக்கா மற்றும் மேற்கிந்திய தீவுகளிலிருந்தும், சூரியகாந்தி, கனடாவிலிருந்தும் சிக்கரி, ஐரோப்பாவிலிருந்தும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டனவாகும்.

- ஜோசப் அந்தோணிராஜ்

துணைநூல். A.F.Hill, Economic, Botany, Tata MC Graw Hill Book Company, New Delhi, 1979.

தென்னை

இதற்குத் தெங்குமரம், பூலோகக் கற்பக விருட்சம், நாளிகேரம், புல்மரம் எனப் பல்வேறு பெயர்கள் உண்டு. தென்னை *(Cocos nucifera)* பாமேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒருவித்திலைத் தாவரம் ஆகும்.தென்னை கிளைகளின்றி நுனியில் 20 - 30 மட்டைகளுடன் 20 மீ.உயரம் வளரக்கூடிய மரம். குடைபோல் காட்சி தரும் இதன் ஒவ்வொரு மட்டையும் ஒரு குலைத் தேங்காய் தரவல்லது. நல்ல பராமரிப்பில் வளரும் கன்று 3 - 5 ஆண்டுகளில் காய்க்கத் தொடங்கும். இது நன்கு காய்க்க 6 - 8 மீ. இடைவெளியும், 40-50 லி.நீரும், உரமும் தேவை. இதற்கு ஆணிவேர் இராமையால் நூற்றுக்கணக்கான சல்லி வேர்கள் செங்குத்தாகப் பரவியிருக்கும்.



தென்னை (*Cocos nucifera*)

1. பாளைக் கொத்து 2. பாளைக்கிளை 3. பூவிதழ் வெளியுறை 4. பூவிதழ் உள்ளுறை 5. மலர் 6, 7-அல்லி இதழ்கள்
8. புல்லிவட்டம் 9. ஆணக மலட்டுச் சூலகம் 10, 11, 12 -மகரந்தப் பைகள் 13. சூலகம்
14. சூலகத்தின்நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 15. சூலகத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

நீரோட்டம் உள்ள மணற்பாங்கான நிலம் மிகவும் ஏற்றதாகையால், கடலோரப் பகுதி, தீவுகளில் இது நன்கு வளர்கிறது. தென்கிழக்கு ஆசியா இதன் தாயகமாகக் கருதப்படுகிறது. இந்தியா, மலேசியா, ஃபிலிப்பைன்ஸ், இந்தோனேசியா, இலங்கை, தென் அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது. இது ஒரு வெப்பத் தாவரம் ஆகையால் புவி நடுக்கோட்டிலிருந்து 20^0. வடக்கும்; 20^0. தெற்குமான அகலாங்குடைய பகுதியில் பயிராகிறது.

தென்னையில் குறுகிய தென்னை, நீண்ட தென்னை என இரு வகை உண்டு. குறுகிய தென்னை 20 ஆண்டுகள் வரை காய்க்க வல்லது. இது பெரும்பாலும் அழகிற்காகவும், இளநீருக்காகவும் வளர்க்கப்படுகிறது. தன்மகரந்தச் சேர்க்கையுடைய இதில் குறும்பச்சை, குறுமஞ்சள், சாவக்காடு குட்டை, ஆரஞ்சு எனப் பல வகையுண்டு. நெட்டைத் தென்னை 50 ஆண்டுகள் வரை நன்கு காய்க்க வல்லது. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையுடைய இது இளநீரும், கொப்பரையும் கொடுக்க வல்லது. பரம்பரைப் பண்பை நிலைநிறுத்த, திசுவளர்ப்புச் செய்யப்படுகிறது. அதாவது நல்ல பண்புடைய மரங்களில் இலைத் திசுக்களைத் தேவையான சூழ்நிலையில் வளர்த்துக் கன்றுகளை உருவாக்குவதில் ஓரளவு வெற்றியும் கண்டுள்ளனர். நெட்டைத் தென்னையில் கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை, மேற்குக் கடற்கரை நெட்டை, கப்படம், ஃபிலிப்பைன்ஸ், கொச்சின், சீனா, அந்தமான் நெட்டை, ஜாவா நெட்டை முதலிய வகையுண்டு.

தற்போது காய்கள் மிகுதியாகத் தரக்கூடிய குட்டை வகைகளையும், மிகுதியாகக் கொப்பரை விளைச்சல் தரும் நெட்டை வகைகளையும் ஒட்டுச்சேர்க்கை முறையால் இணைத்து நெட்டை குட்டை மற்றும் குட்டை நெட்டை என்னும் உயர் விளைச்சல் வகைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

- பீ.எஸ். சுப்ரமணியன்

துணைநூல். K.V.P. Menon and K.M. Pandali, The Coconut Palm, Indian Centra l Coconut Committee, Ernakulam, 1958.

பயன்கள். ஓலை அல்லது இலையை இணைக்கும் மட்டையை இரண்டாகப் பிளந்து பின் கீற்றாக முடைந்து வீட்டுக்குக் கூரையாக வேயலாம். இது கோடைக் காலங்களில் வீடு குளிர்ச்சியாக இருக்க உதவுகிறது. பந்தல், தடுப்பு, மறைப்பு ஏற்படுத்தவும் ஓலை பயன்படுகிறது. கூடைகள் செய்து மீன், காய்கறி போன்றவற்றை அடைத்து வைப்பதற்கும் ஓலை மிகவும் பயனாகும். தென்னையின் இளங்குருத்தினால் தோரணங்கள் செய்யப்படுகின்றன. கோவில்களில் ஓலைச் சப்பரங்கள் செய்வதற்குக் குருத்துப் பயன்படுகிறது.

தென்னம்பாளையை நன்றாக ஊற வைத்துச் சிறு சிறு கீற்றுகளாகக் கிழித்துக் கயிறாகப் பயன்படுத்தலாம். மேலும் இளம்பாளையிலிருந்து கைவினைப் பொருள்கள் செய்யலாம். தேங்காயை மூடியிருக்கும் குரும்பை எனப்படும் மட்டையை நீரில் ஊறவைத்து அடித்து நாராக்கிக் கயிறு திரிக்கப்படுகிறது. தேங்காய் நார்களைக் கொண்டு மிதியடி, தரைவிரிப்பு, ஒட்டடைக்குச்சி, தூரிகை ஆகியன தயாரிக்கப்படுகின்றன. தேங்காய் இந்துமத வழிபாடுகளிலும், சடங்குகளிலும், விழாக்களிலும் இன்றியமையாதது. தேங்காய் ஓட்டிலிருந்து செய்யப்படும் அகப்பை சிற்றூர்களில் கரண்டியாகப் பயனாகிறது.

தென்னைமரம் கூரை வீடுகளில் உத்திரங்களாகவும், ஓட்டு வீடுகளில் சிறு சிறு சட்டங்களாகவும் பயன்படுகிறது. தென்னையிலிருந்து கள், பதனீர், கற்கண்டு, வெல்லம், தேங்காய்ப்பூ, தேங்காய்ப் பிண்ணாக்கு, தேங்காய்ப்பால், தேங்காய் எண்ணெய் ஆகியன பெறப்படும். தென்னம்பூவால் வெள்ளை, பெரும்பாடு, மேகநோய் முதலியன குணமாகும். வெண்பூசணி லேகியம், வெண்பூசணிக் கிருதம் ஆகிய சித்த மருந்துகள் தென்னம்பூவிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன.

தென்னங்கள்ளைக் கவலை தீரவும் களைப்பைப் போக்கவும் அருந்துவதுண்டு. இது மயக்கத்தையும், குளிர்ச்சியையும், ஆண்மைப் பெருக்கத்தையும் உண்டாக்கும். குறைந்த அளவில் அருந்த வயிற்றுக் கடுப்புத் தீரும். புளிக்காத கள்ளைக் கருவுற்றோருக்குக் கொடுக்க, பிறக்கும் குழந்தை அழகாகத் தோன்றும். இளநீரை அருந்தத் தாகம் தீரும். சிறிய அளவில் சிறுநீரைப் பெருக்கும். உடலுக்குக் குளிர்ச்சியைக் கொடுக்கும். குருதியைத் தூய்மை செய்யும். மஞ்சட் காமாலை, வாந்திபேதி, அம்மைநோய் போன்றவற்றில் இளநீர் சிறந்த மருந்தாகும். இளநீர் கூந்தல் வளர் தைலங்களிலும் கண்ணோய் மருந்துகளிலும் சேர்க்கப்படுகிறது. மேலும் இளநீர்க் குழம்பு, நீலாஞ்சனமை, நாசிரோக நாசத் தைலம், குங்கிலியப் பற்பம் முதலிய சித்த மருந்துகளும் இளநீரில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

தேங்காயைத் துருவிப் பிழிந்து எடுக்கப்படும் இனிப்பும் சுவையும் மிகுந்த பாலைச் சோற்றில் கலந்து உண்டால் உடல் வன்மை பெறும். இப்பாலைக் கொண்டு வாய்க் கொப்பளித்து வர வாய்ப்புண், வீரம், பூரம், இரசம் முதலிய நஞ்சுகளால் உண்டான வாய்ப்புண்ணையும் போக்கும். தேங்காய்ப் பாலைக் காய்ச்சி எடுத்த எண்ணெயைத் தீப்புண்களுக்கும், பிற புண்களுக்கும் தடவி வர விரைவில் குணமாகும். தலையில் தடவி வர முடி வளரும். தேங்காய்ப் பாலிலிருந்து தேங்காய்க் குழம்பு என்னும் சித்த மருந்து பெறப்படுகிறது.

உலர்ந்த கொப்பரையிலிருந்து ஆட்டி எடுக்கப்படுவது தேங்காய் எண்ணெயாகும். இது சமையலுக்குப் பயன்படுவதுடன் முடி வளரத் தலையில் தேய்த்துக் கொள்வதற்கும், தைலங்கள் காய்ச்சுவதற்கும் பயன்படுகிறது. அருகம்புல் தைலம், மத்தன் தைலம், நீலிபிருங்காதித் தைலம் ஆகிய சித்த மருந்துகளும் தேங்காய் எண்ணெயில் தயாராகின்றன. தேங்காய்க் கொப்பரை என்பது சமைக்காத இயற்கை உணவில் இன்றியமையாதது. இதிலிருந்து இடிவல்லாதி மெழுகு, இரசகந்தி மெழுகு ஆகியன தயாராகின்றன.

தேங்காய் வேரைக் குடிநீர் செய்து அருந்தப் பெண்களுக்கு உண்டாகும் பெரும்பாடு நோய் குணமாகும். சிரட்டை எனப்படும் முற்றிய தேங்காய் ஓட்டைக் கருக்கிச் சிரட்டைத் தைலம் எடுக்கப்படுகிறது. தேங்காய் பூவில் நிறம் சேர்க்கப்பட்டு இனிப்புவகைகளிலும், தாம்பூலத்திலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தேங்காய்ப் பிண்ணாக்கு, மாட்டுத் தீவனமாகவும் வயலுக்கு உரமாகவும் பயன்படுகிறது. தென்னையின் இளங்குருத்து சுவையுடன் இருக்கும். தென்னங்கள்ளிலிருந்து காய்ச்சி எடுக்கப்படும் வெல்லமும் கற்கண்டும் மிகுதியாக நடைமுறையில் இல்லை.

- ப.சம்பங்கி

தென்னை வளர்ப்பு. தென்னைச் சாகுபடிக்குச் சிறந்த மரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல், அவற்றிலிருந்து விதை நெற்றுகளைச் சேகரித்தல், கன்றுகள் தயாரித்தல், நல்ல கன்றுகளைத் தகுந்த வயதில் சரியான இடைவெளியில் நடுதல் ஆகிய முறைகளில் தென்னை உற்பத்தியைப் பெருக்கலாம். நெற்றுகள் சேகரித்துச் சிறந்த கன்றுகளை உற்பத்திச் செய்வதற்கு ஜனவரி-மே உரிய காலமாகும். நடுத்தர வயதுள்ள பருத்த தண்டு, அடர்ந்த இலை, குடையைப் போன்ற தலைப்பகுதி, தொடர்ச்சியான உயர் விளைச்சல், சரியாத குலைகள் ஆகிய இயல்புகளை உடைய மானாவாரித் தோட்டங்களிலுள்ள மரங்களிலிருந்து நெற்றுகளைச் சேகரிக்க வேண்டும். குலைகளைக் கயிற்றின் உதவியால் கீழே இறக்கி அடியிலும், நுனியிலும் உள்ள காய்களை அகற்றி, நடுவிலுள்ள முற்றிய காய்களைச் சேகரிக்க வேண்டும். ஏறத்தாழ 11, 12 மாதம் ஆன, முதிர்ந்த காய்கள் நடுவதற்குத் தக்கவை. நெற்றுகள் உருண்டை வடிவமாகவும், கனமாகவும், மட்டையின் பருமன் குறைவாகவும் அமைதல் வேண்டும்.

நெற்றுகளை நிழலில் மணற்பரப்பின் மீது உலரவைக்க வேண்டும். அல்லது மணலில் 5 வரிசைகளாக ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி மணலால் மூடி மட்டைகள் உலரும் வரை (ஏறக்குறைய 1 திங்கள்) வைத்திருந்து நடுவதற்கு நெற்றுகளைத் தயார் செய்யலாம். முதிர்ந்த காய்களை நடும்போது சிறிது நீர் இருக்க வேண்டும்.

ஏப்ரல், மேத் திங்களில் நீர் வசதியுள்ள மணற்பாங்கான நிலத்தில் 10 x 3 மீ அளவில் உயர்ந்த பாத்திகள் செய்து அவற்றில் சரியான இடைவெளிவிட்டு நெற்றுகளைச் செங்குத்தாகவோ படுக்கைவாக்கிலோ மணலில் பதித்து நெற்றுகளின் மீது மணல் பரப்பிக் காய்கள் வெளித் தெரியாதவாறு வைத்து நீர்ப் பாய்ச்ச வேண்டும். காய்களின் மேற்பகுதி எப்போதும் மேல் நோக்கியிருத்தல் வேண்டும். நடும் முன் நெற்றுகளைப் பூசணக் கொல்லி மருந்து, B.H.C 50% கலவையில் அமிழ்த்தி எடுப்பதால் நோய், கறையான் தாக்காதவாறு காக்கலாம்.

நெற்றுகள் முளைக்க 3 திங்களாகும். மழையிராத காலங்களில் 1 நாள் அல்லது 2 நாளுக்கு ஒரு முறை நாற்றங்காலுக்கு நீர்ப்பாய்ச்சல் வேண்டும். கோடைக காலங்களில் நிழல் கொடுக்க வேண்டும். நட்ட 5 அல்லது 6 திங்களில் முளைகள் தோன்றத் தொடங்கும். 7 அல்லது 8 திங்களில் இலைகள் பிரியும். விரைவில் முளைக்கும நெற்றும், தாமதமின்றி இலைபிரியும் குருத்தும் , மிகுதியான இலைகளும், வேர்களும், திரண்ட அடிமட்டைகளும் கொண்டது சிறந்த கன்றாகும். தென்னங்கன்றை 9-12 திங்களில் நடலாம். கன்றுகளின் வேர்களை, நடுமுன் வெட்டிவிட வேண்டும். கன்றுகளின் காய்ப்புத் திறனை 7-8 ஆண்டுகள் சென்ற பின்பே அறிய இயலும். ஆகவே நடுவதற்குச் சிறந்த கன்றுகளை அரசாங்க அல்லது வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழக நாற்றங்காலிலிருந்து வாங்குவது நல்லது.

தென்னை உற்பத்தியைப் பெருக்க, புதிய நடவு, தோப்பின் தரத்தை உயர்த்தி மரத்தை நன்கு பராமரித்தல் போன்றவை இன்றியமையாதவை.

புதிய நடவு. உயர் வெப்பமோ குளிரோ இராத சம தட்பவெப்பநிலையும் ஆண்டு முழுதும் பரவலான மழையும் உள்ள இடங்களாக இருக்க வேண்டும். நீர் வசதியுள்ள இடம் தென்னை வளர்ச்சிக்கு ஏற்றது.. நீரை உறிஞ்சும் தன்மையுள்ள மண் பகுதியாக இருந்தால் ஆண்டிற்குப் பரவலாக 125 செ.மீ. மழை போதும். கடல் மட்டத்திலிருந்து 600 மீ. உயரமுள்ள பகுதிகளில் தென்னை நன்றாக வளரும். தட்பவெப்பநிலை வெதுவெதுப்பாக உள்ள இடங்களில் தென்னைமரம் நன்கு வளரும். வெப்ப மண்டலத்தில் தென்னை வளர்ச்சிக்குத் தகுந்த சூரிய ஒளி கிடைக்கிறது. நெருக்கமாக நட்ட தோப்புகளில் தென்னை விளைச்சல் குன்றியுள்ளமைக்குச் சரியான சூரிய ஒளி கிடைக்காமையே காரணமாகும். தென்னைக்கு மிதமான காற்றுத் தேவை. கடற்கரை ஓரங்களில் தென்னை செழித்து வளர்கிறது.

நிலத்தைப் பண்படுத்துதல். நிலத்தை நன்றாக உழுது, புதர் முதலியவற்றை நீக்கி மேடு பள்ளங்களைச் சமப்படுத்தி, நீர்ப் பிடிப்பான இடங்களில் வடிகால் வசதி அமைத்து, சரிவான இடம் அல்லது வெள்ளம் அரிக்கும் இடங்களானால் மண் அரிப்புத் தடுப்புமுறைகளைக் கையாண்டு தென்னை நடுவதற்கு ஏற்றவாறு செய்துகொள்ள வேண்டும். தோப்பைச் சுற்றி வேலி அமைத்துக் கன்றுகளைக் கால்நடைகளிலிருந்து காக்க வேண்டும்.

இடைவெளி. நடும் முறை, வகை,மண்ணின் தன்மை, பயிர் செய்யும் நோக்கம் இவற்றைப் பொறுத்து மரங்களுக்கிடையே தகுந்த இடைவெளி விட வேண்டும். சதுர முறையில் சதுரத்தின் நான்கு மூலைகளிலும் சமதொலைவில் கன்றுகள் நடபபடும். ஒரு வரிசையில் உள்ள மரங்களுக்கிடையில் உள்ள தொலைவும் அடுத்த வரிசையிலுள்ள மரங்களுக்கிடையில் உள்ள தொலைவும் சமம். முக்கோண முறை நடவில் ஒரு சமபக்க முக்கோணத்தின் 3 மூலைகளிலும் கன்றுகள் நடப் படுகின்றன. முக்கோண முறையில் 15% கூடுதலாக மரங்களுக்கு இடமளிக்க முடியும்.

ஒற்றை வரிசையில் வரிசைகளுக்கிடையே 9.5 மீ. இடைவெளியும் வரிசையில் கன்றுகளுக்கிடையில் 5 மீ. இடைவெளியும் விடலாம். இம்முறையில் ஹெக்டேருக்கு 210 கன்றுகள் நடுவதோடு 2 வரிசைகளுக்கிடையே வேறு பயிர் சாகுபடி செய்யலாம். இரட்டை வரிசை முறையில் கன்றுகளுக்கிடையே 5 மீ. இடைவெளி விட்டு நடலாம். இம்முறையில் ஹெக்டேருக்கு 310 கன்றுகள் நடலாம். இடைவெளியைக் குறைத்து மிகுதியான கன்றுகளை நடக்கூடாது. மரங்களுக்கு வேண்டிய சத்துகள் கிடைக்காவிடில் குரும்பை உதிர்தல், நோய்த் தாக்குதல் ஏற்படலாம். இவ்வகைத் தோப்புகளில் எலி, அணில், வௌவால், மரநாய் ஆகியவை பேரழிவு விளைவிக்கும். ஆகவே, சரியான இடைவெளியில் கன்றுகளை நட வேண்டும். கன்றுகள் நடுவதற்கு வேண்டிய குழிகளை 3 அல்லது 6 திங்களுக்கு முன்பே தோண்டி அவற்றை வெயிலில் ஆறப்போட வேண்டும். வெட்டிய மேல் மண்ணைக் குழிக்குள் போடுவதற்காகத் தனியாக வைக்க வேண்டும். மழை நீர் குழிக்குள் செல்லாதிருக்கக் குழியைச் சுற்றி விளிம்பிலிருந்து 30 செ.மீ. தொலைவில் உயர் வரப்பாக அடிமண்ணைப் போட்டு வைக்க வேண்டும். வெட்ட வேண்டிய குழிகளின் அளவு, மண்ணின் தரம், நீர்மட்டத்தின் ஆழம், சூழ்நிலை இவற்றைப் பொறுத்து அமையும்.

பருவம். தென்னங்கன்றுகளைப் பருவக்காற்றின் தொடக்கத்தின்போது நடவேண்டும். பள்ளத்தாக்குப் பகுதிகளிலும், நீர்த் தேங்கும் இடங்களிலும் பருவ மழை முடிந்து 1 -2 திங்கள் சென்றபின் நடவேண்டும். கன்றுகளைச் செப்டம்பர்த் திங்களில் நட்டால் பெய்யும் பருவ மழை, இக்கன்றுகள் நிலைத்து வளர ஏற்றதாக இருக்கும்.

குழி அமைத்தல். வெட்டிய குழிகளில் உலர்ந்த புல் பூண்டுகளைப் போட்டு எரித்தால் பூச்சி, பூசண விதைகள் அழிந்து செடிகள் நன்கு வளரும். செம்புரை நிலம் அல்லது சிவப்புக் கற்களை மென்மையாக்கவும், கறையான் போன்றவற்றைக் குறைக்கவும் குழிகளில் உணவு உப்பை இடுவதுண்டு.

குழியின் தரையைக் கொத்திக் கிளறிய பின், மண், சாம்பல், மணல் ஆகியவற்றைக் கலந்து கலவையைக் குழியில் 30 செ.மீ. ஆழத்திற்குப் போட வேண்டும். மணல் அல்லது மென்மையான மண் உள்ள இடங்களில் குழிக்குள மண் போடுவதற்கு முன் உரி மட்டைகளைக் குழியின் அடியில் 2 அல்லது 3 அடுக்காக வைக்கலாம். குழியின் நடுவில் ஒரு பள்ளம் தோண்டி அதில கறையான் தாக்குதலைத் தவிர்க்க B.H.C. 10% மருந்தைத் தூவியபின பள்ளத்தில் கன்றின் நெற்றுப் பகுதியை புதைத்து, அது அசையாமல் இருக்க நன்றாக மிதித்துவிட வேண்டும். நெற்றின் மேல் பகுதி குழியிலிடப்பட்ட மண்ணின் மட்டத்திலிருந்து சிறிது உயரத்திலிருக்க வேண்டும். கன்றிலிருந்து குழியின் ஓரங்களுக்கு வாட்டம் கொடுப்பதால் கன்றின் குருத்துப் பகுதியில் நீர் தேங்காமலும் மண் மூடாமலும் இருக்கும்.

நடவு முறை. கன்றுகளில் உள்ள வேர்களை நடுமுன் வெட்டிவிட வேண்டும். கன்றுகளைத் தரைமட்டத்திலிருந்து 60 செ.மீ. ஆழத்தில் நடவேண்டும். இதனால் மரத்தின் உருண்டையான அடிப்பகுதி மண்ணுக்குள் சென்று மிகுதியான வேர்கள் விடுவதுடன், காற்றில் மரங்கள் அசையாமல் பாதுகாக்கப்படும். இம்மரங்கள், தரைமட்டத்தில் நட்ட மரங்களைவிட 10 திங்கள் முன்பே காய்ப்புக்கு வருவதுடன் காய்களும் மட்டைகளும் மிகுதியாகத் தோன்றும். கன்றின் வளர்ச்சிக்கேற்பக் குழியின் ஓரத்திலுள்ள மண்ணை வெட்டிக் குழியை நிரப்பலாம். முடிவில் 15 செ.மீ. ஆழம் உள்ள குழிகளை மரத்திலிருந்து 1.8 மீ. தொலைவில் மரத்தைச் சுற்றி வட்டமாக அமைத்து அதில் நீர்ப் பாய்ச்சலாம். காற்றில் கன்றுகள் அசையாதவாறு கம்புகள் நட்டு ஆதாரம் கொடுப்பது நல்லது. நட்ட கன்றுகளுக்குப் புதுக் குருத்துத் தோன்றும் வரையிலும் கோடைக்காலத்தில் வெயிலிலிருந்து காக்கவும் தென்னங்கீற்றுகளைச் சுற்றி நட்டு நிழல் கொடுக்க வேண்டும்.

நீர்ப் பாய்ச்சுதல். உரிய காலத்தில் மண்ணைக் கொத்திவிட வேண்டும். மழையில் கரைக்கப்பட்டு மண் கன்றின் கழுத்துப் பகுதியை மூடியிருந்தால் மண்ணை அகற்றிவிட வேண்டும். மழையிராதபோது சரிவர நீரூற்ற வேண்டும். நட்ட முதலாண்டில் ஒரு நாள் விட்டு ஒரு நாள் கன்றுகளுக்கு நீர் ஊற்றுவதும் பின்பு கன்றுகள் 5 அல்லது 6 வயதாகும் வரையில் வாரத்திற்கு 1 முறை அல்லது 2 முறை நீர் ஊற்றுவதும் சிறந்தவை. மண்ணின் ஈரத்தைப் பொறுத்துக் கன்றுகளுக்கு நீர் ஊற்றுவது இன்றியமையாதது. வறட்சியைக் குறைக்கக் குழிகளுக்குள் உலர்ந்த இலை, புல், மரத்தூள்கள் போன்றவற்றைப் இடலாம். மேலும் ஒரு பெரிய மண்பானையின் அடியில் சிறிய துளை செய்து, அத்துளையை உரிமட்டை நார் கொண்டு அடைத்து இப்பானைகளை ஒவ்வொரு குழிக்குள்ளும் கன்றின் ஓரமாக வைத்து அவற்றில் நீர் ஊற்றி வந்தால், பானை நீர் சிறிது சிறிதாகக் கசிந்து மண் ஈரத்தைப் பாதுகாத்து வரும். இம்முறையை வறட்சியான காலத்திலும், கோடையிலும் கடைப்பிடிக்கலாம். நீர் குறைவாகப் பயன்படுவதுடன் மண் ஈரத்தைக் காக்கவும் இம்முறை உதவுகிறது.

களை எடுத்தல். தோப்பில் களைகள் பெருகிவிடாமல் 3 திங்களுக்கொரு முறை உழுதுவிடவேண்டும். மே, ஜூன், அக்டோபர், நவம்பர், டிசம்பர் அல்லது ஜனவரித் திங்களில் மழையைப் பொறுத்து உழுதுவிடலாம். உழுவதற்கு வசதியாக இல்லையெனில் மண் வெட்டியால் கொத்தலாம். மண் அரிப்பு ஏற்படும் நிலம், மணற்பாங்கான இடங்கள் இவற்றில் கலப்பகோணியம் போன்ற பசுந்தாளுரப் பயிரை வளர்த்து மண் ஈரத்தையும் வளத்தையும் காக்கலாம். மணற்பாங்கான இடங்களில் மழைநீர் வீணாகாமலிருக்கப் பருவ மழை தொடங்கியவுடன் மண் குவியல்களை அமைத்து மழை முடியும்போது மீண்டும் மண்ணைத் தள்ளி விட்டுச் சமப்படுத்த வேண்டும்.

உரமிடுதல். நல்ல காய்ப்பிலிருக்கும் ஒரு தென்னை மரம் 500 கிராம் தழைச்சத்து, 300 கிராம் மணிச்சத்து, 900 கிராம் சாம்பல் சத்து, 500 கிராம் சுண்ணாம்புச்சத்து, 200 கிராம் மக்னீசியம் சத்துகளை எடுத்துக் கொள்கிறது. தழைச்சத்து மரத்தின் வளர்ச்சிக்கும், மணிச்சத்து வேர்களின் வளர்ச்சிக்கும், முன்னதாகப் பூக்கும் தன்மையை உண்டாக்கு வதற்கும், சாம்பல் சத்து மரத்திற்கு நோயெதிர்ப்பாற்றலை அளிக்கவும், காய்களின் எண்ணிக்கை, எடை கூடுவதற்கும், கொப்பரையின் தரம் அதிகரிக்கவும் பயன்படுகின்றன. மரத்திலிருந்து 1.5 மீ. தொலைவில் 30 x 30 செ.மீ. ஆழத்தில் குழி வெட்டி அதில் பசுந்தழைகளைப் பரப்பி, உரத்தையும் தூவி, மண்ணால் மூடி நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும்.

ஈரம் காத்தல். உரி மட்டைகள் அவற்றின் எடையைப் போல் 6 மடங்கு நீரை உட்கொண்டு தேக்கி வைத்துக் கொள்ளும் தன்மையுடையன. அவற்றில் சாம்பல் சத்தும் மிகுந்துள்ளது. ஆகவே உரி மட்டைகளை மணற்பாங்கான நிலங்களிலும், மானாவாரித் தோப்புகளிலும் உரமாகவும், ஈரம் காக்கவும் பயன்படுத்தலாம். 2 தென்னை வரிசைகளுக்கிடையில் நீண்ட வாய்க்கால்களை வெட்டி அதில் உரி மட்டைகளை 1 மரத்திற்கு 1000 மட்டைகள் வீதம் மூன்று அடுக்காக 15 செ.மீ. உயரத்திற்கு மட்டைகளின் கழிந்த உட்பகுதி மேல் நோக்கியிருக்கும்படி அடுக்கி மண் நிரப்பிவிட வேண்டும். மழைக்காலங்களில் இம்மட்டைகள் மழை நீரை உறிஞ்சிக் கோடைக் காலங்களில் மரங்களுக்குக் கொடுக்கின்றன.

ஊடு பயிர். மரங்களுக்கிடையே உள்ள நிலத்தில் ஊடு பயிரிட்டுப் பயனடையலாம். தென்னைக்கு விடப் பட்டிருக்கும் 7.5 மீ. இடைவெளியில், தென்னையின் ஊடு பயிர்களுக்குத் தக்க உரமிட்டு, நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். வாழை, கடலை, அன்னாசி, காய்கறி, சோளம், கம்பு, மரவள்ளி போன்றவற்றை ஊடு பயிராகப் பயிர் செய்யலாம். பசுந்தாளுரப் பயிரை ஆண்டுக்கு 1 முறை வளர்த்து மடக்கி உழுதல் சிறந்தது.

அறுவடை. பாளை வெடித்ததிலிருந்து காய் முற்ற ஏறத்தாழ 12 திங்களாகும். சிறந்த வகைக் கொப்பரையும், எண்ணெயும் அடைய தேங்காய்களை இக்காலத்திற்குப் பின்னரே அறுவடை செய்ய வேண்டும். கயிற்று நார் உற்பத்திக்காகப் பச்சை உரிமட்டைகள் தேவைப்படும். சிறந்த நாரைப் பெறத் தேங்காய் முழுதும் முற்றுவதற்கு 1 திங்கள் முன்பே அறுவடை செய்ய வேண்டும். மிகுதியான கொப்பரைகள் வீணாகிவிடுவதால் இளந்தேங்காய்களை அறுவடை செய்யக்கூடாது. நன்றாகக் காய்க்கும் மரத்தில் ஒவ்வொரு திங்களும் ஒரு குலை அறுவடை செய்யலாம். தோப்புகளில் 45 நாளுக்கு ஒருமுறை (ஆண்டிற்கு 8 முறை) அறுவடை செய்யலாம். ஓர் அறுவடைக்கு முற்றிய 2 குலைகளுக்குமேல் போகாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். நல்ல இளநீருக்கு 6-7 திங்கள் வயதுள்ள குலைகள் சிறந்தன. ஆண்டிற்கு 2 முறை தென்னையின் குருத்துப் பகுதி, மட்டை இவற்றைத் தூய்மை செய்ய வேண்டும். உலர்ந்த மட்டை, பன்னாடை முதலியவற்றை அகற்ற வேண்டும்.

- இராபின்சன் தாமஸ்

தேக்கக் குழல்

விவரத்தை உட்செலுத்தித் தேவையான நேரத்தில் வெளியில் பெறக்கூடிய ஒரு மின்னணுக்குழலே, தேக்கக் குழல் (storage tube) எனப்படுகிறது. இது நினைவுக் குழல் (memory tube) என்றும் வழங்கப்படுகிறது.

செயல்முறை. ஒரு தேக்கக் குழலில் ஒரு செய்தியை உட்செலுத்தும் செயல்முறைக்கு எழுதுதல் (writing) என்றும் பயனுறு செய்திகளை வெளியிடும் செயலுக்குப் படித்தல் (reading) என்றும் பெயர். ஒரு தேவையற்ற செய்தியைத் தேக்கக் குழாயிலிருந்து அகற்றுதலுக்கு அழித்தல் (removal) என்று பெயர். ஒரு சில குழாய்களில் செய்தி, படிப்பதாலேயே தானாக அழிந்துவிடுகிறது. பிற குழாய்களில் அழிப்பதற்குத் தனியாக ஒரு செயல்முறை தேவைப்படுகிறது. ஒரு செய்தியை மின்னேற்ற வடிவில் தேக்கக் குழாயின் மேற்பரப்பில் தேக்கி வைக்கும் கருவி மின்னேற்றத் தேக்கக் குழாய் (charge storage tube) எனப்படும்.

தேக்கக் குழாயின் பண்புகள் தேக்கப் பரப்பின் தன்மையைப் பொறுத்து அமைகின்றன. இந்தப் பரப்பு பொதுவாக மின் காப்பு அல்லது குறை கடத்திப் பொருள்களால் ஆன தகடுகளாகவோ, படிவுகளாகவோ இருக்கும். இதன் பரப்பின் வெவ்வேறு நிலை மின்னழுத்தம், மின்காப்பு அல்லது குறை கடத்திப் பொருள்களின் மின்னணுத் தகர்ப்பினைச் சார்ந்த மின்னழுத்தத்தைத் தாங்கக் கூடிய பொருள்களைக் கொண்டு கட்டுப்பாடான முறையில் மாற்றப்படுகிறது. கற்றையின் முடுக்கு மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்து உருவாகும் மின்னழுத்த வகையின் துருவநிலை அமைகிறது. தேக்கப் பரப்பின் அருகேயுள்ள பொருள்களின் மீது செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம், படிக்கும் முறை தொடங்கி முடிவடையும் வரை மின்னேற்றத் தன்மை சிதறாமல் காக்கிறது.

படித்தல் நிகழ்ச்சியில் எழுதுவதால் ஏற்படக்கூடிய மின்னழுத்த முறை, தேக்கியின் மேற்பரப்பிலுள்ள நுண்ணிய வலையிலான திரையின் துளைகளின் வழியை செல்லக் கூடிய முதல் மின்னணுக் கற்றையின் சதவீதத்தையோ, முதல்தர அணுக்கற்றை தேக்கியின் மேற்பரப்பில் விழுவதால் ஏற்படும் துணை-எலெக்ட்ரான் மின்னோட்டத்தின் அளவையோ கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்வகையில் தேக்கியின் மின்னேற்புக் குத் தக்கவாறு வெளியீட்டு மின்முனையில் சேகரிக்கப்படும் மின்னோட்டம் குறிப்பேற்றப்படுகிறது.

உள்ளீட்டு, வெளியீட்டு சைகைகளின் தன்மையைப் பொறுத்துத் தேக்கக் குழாய்கள் மூவகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்விதம் பார்வை-மின், மின்-மின், மின்-பார்வை போன்ற தேக்கக் குழாய்கள் உள்ளன. பார்வை-மின் தேக்கக் குழாய்கள் ஒளிப்படக் கருவிக்குழல்கள் (camera tubes) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

மிகுவேக இலக்கக் கணிப்பான்களின் தடுப்பு நிலைகளில் எளிய எதிர் மின் கதிர்க்குழாய்கள் மின் தேக்கக் குழாய்களைப் போல் பயன்படுகின்றன. இக்குழாய்களின் பாஸ்வரத் திரையும் (phosphor screen) சுற்றியுள்ள முகப்புத் தட்டும் தேக்க ஊடகமாகச் செயல்படுகின்றன. வெளியீட்டு மின்முனைக்கும் வெளி முகப்புத் தட்டுக்கும் இடையே மின்கடத்தி இணைப்புக் கொடுக்கப்படுகிறது. கணிப்பான் பணிக்காகத் தனிப்பட்ட முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட எதிர் மின்கதிர்க் குழாய்கள் ஒளித்திறனை வழங்குவதைவிடத் தூய்மையான நிலைப்புத்தன்மை வாய்ந்த துணை-எலெக்ட்ரான் வெளியீடு முதலியவற்றிற்கு முதலிடம் கொடுக்கக்கூடிய நிலையில் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

- மா.தாயுமானசாமி

தேக்கத் தொட்டி

நீர்ம மற்றும் வளிமப் பொருள்கள் கிடைக்கும்போது சேர்த்து வைத்துத் தேவையானபோது பயன்படுத்த உதவும் அமைப்பே

தேக்கத் தொட்டி (storage tank) ஆகும். செயலாக்கத்தின் அடிப்படையில் இதனை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை புதைந்த தேக்கத் தொட்டி (under ground tank), மேற்பரப்புத் தேக்கத் தொட்டி (surface storage tank), மேல்நிலைத் தேக்கத் தொட்டி (overhead tank) ஆகும்.

புதைந்த தேக்கத் தொட்டி. நகராட்சி அளிக்கும் நீர், குழாய்கள் மூலம் வரும்போது வீடுகளில் சேமித்து வைக்க உதவும் பாதாளத் தொட்டி இவ்வகையில் சேரும். இவ்வாறே எண்ணெய், பெட்ரோல், வளிமம் இவற்றைச் சேர்த்து வைக்கப் பயன்படும் எரிபொருள்தொட்டி புதைந்த தேக்கத் தொட்டி யாகும். நீச்சல் குளம் இவ்வகையைச் சேர்ந்தமையாயினும் அது மூடியற்றது.

இதில் சேர்த்து வைக்கும் பொருள் ஆவியாகி வீணாகாது தடுக்கப்படும். வெளியில் இருக்கும் பொருள்கள் இதனோடு சேர்ந்து வைத்திருக்கும் பொருள்களை மாசுபடுத்தா. கட்டுமானச் செலவு குறைவாக இருக்கும். ஆனால் சேர்த்து வைத்த பொருள்களைப் பயன்படுத்த விசைக் குழாய்கள் தேவைப்படும்.

மேற்பரப்புத் தொட்டி. இது பெரும்பாலும் வீடுகளில் நீர் சேமித்து வைக்கப் பயன்படும். சிறு அளவில் நீரைப் பங்கீடு செய்ய வேண்டியிருப்பின் இவ்வகைத் தொட்டி பயன்படும். ஆனால் இதில் சேகரித்து வைத்திருக்கும் நீர்மங்கள் எளிதில் மாசு அடையும். பெட்ரோல் வேதிப் பொருள்கள், வண்ணப்பூச்சு, எண்ணெய் இவற்றைச் சேர்த்து வைக்கப் பொதுவாக, மேற்பரப்புத் தொட்டி பயன்படுகிறது. மாசு அடையாமல் இருக்க இத்தொட்டி மூடியுடன் அமைக்கப்படுகிறது.

மேல்நிலைத் தேக்கத் தொட்டி. நகராட்சி நீரைப் பங்கீடு செய்யும்போது மேல்நிலைத் தேக்கத் தொட்டி பயன்படுகிறது. நீர் கிடைக்கும் இடத்திலிருந்து திறன் எக்கிகள் மூலம் மேல்நிலைத் தேக்கத் தொட்டிகளில் சேமித்து வைக்கப்படும். பின்னர் இந்நீர் பங்கீட்டுக் குழாய்களின் (distribution pipes) மூலம் வீடுகளுக்கு அளிக்கப்படும். இத்தொட்டியிலிருந்து திறன் எக்கிகள் இல்லாமல் புவியீர்ப்பு விசையினாலேயே நீர்மம் பாயும். நீரைப் பங்கீடு செய்ய வேண்டிய பகுதியின் பரப்பு, நிலத்தின் மேடுபள்ள அமைப்பு, குழாய்களின் நீளம் ஆகியவற்றை ஒட்டித் தேவையான அளவில் அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் நீர்மம் பாய்வதை உறுதி செய்வதற்கேற்ற உயரத்தில் இத்தொட்டி வலிய தூண்கள் மீதும், கடைக்கால்கள் மீதும் நிறுவப்பட வேண்டியுள்ளமையால் பிற வகையை விடக் கூடுதல் செலவாகும். இத்தேக்க தொட்டியை உருவாக்கப் பயன்படும் பொருள்களைக் கொண்டு கற்சுவர்த் தொட்டி, வலிவூட்டிய கற்காரைத் தொட்டி என்று பிரிக்கலாம்.

கற்சுவர்த் தொட்டி. இது சிறுஅளவில் மட்டுமே தேக்குவதற்குத் தேவைப்படும் கற்சுவரால் கட்டப்படுகிறது. இது செங்கல் அல்லது கருங்கல் கொண்டு சுண்ணாம்பு அல்லது சிமெண்ட் கலவையால் கட்டப்படும். இத்தொட்டி இழுவலிமை குறைவான பொருள்களைக் கொண்டு கட்டப்படுவதால் அதிக ஆழத்தில் இதை அமைக்கவியலாது.

வலிவூட்டிய கற்காரைத் தொட்டி. வலிவூட்டிய கற்காரைத் தொட்டி மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. விரும்புகிற வடிவத்தில் இதனை அமைத்துக் கொள்ளலாம். சதுரம், நீண்ட சதுரம், வட்டம் முதலிய அமைப்பில் கட்டிக் கொள்ளலாம். கற்காரை சேர்க்கும்போது அதனோடு நீர்ப்புகா ஒட்டுக் கலவையைக் கலந்து தொட்டி உண்டாக்கினால், இத்தொட்டி, நீர்க்கசியாதவாறு அமையும். இருப்பினும் சில காரணங்களால் நீர்க்கசிவு ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. அப்போது நீர்த் தொட்டியின் பகுதிகளை நீர்ப்புகா ஏடு கொண்டு போர்த்தி விட்டால் நீர்க் கசிவு நின்று நீர்ச்சேதமும் தடுக்கப்படும். நீர்ப் புகா ஏடு, நீரின் தன்மையை மாசுபடுத்தாது. பராமரிப்புச் செலவு மிகமிகக் குறைவு.

எஃகு தொட்டில். எ∴கு தகடுகளைப் பயன்படுத்தி வேண்டிய வடிவில் தொட்டிகள் செய்யப்பட்டன. முன்னாளில் இணைப்புகளைத் தரையாணி கொண்டு செய்தனர். இணைப்பு களில் வடிகட்டிகள் பயன்படுத்தினாலும் நாளடைவில் நீர் இணைப்புகளில் சிறிதளவாவது கசிவு ஏற்படும். மேலும் நீரினால் எ∴கு தகடுகள் துருப்பிடிக்கும். இதனால் கண்காணிப்பும், பராமரிப்பும் இன்றியமையாதவை ஆகும்.

பின்னர் இணைப்புகள் பற்றுவைப்பால் (welding) செய்யப்பட்டன. இதனால் நீர்க் கசிவு அறவே தடுக்கப்பட்டது. இருப்பினும் துருப்பிடிப்பதை தவிர்க்க வண்ணப்பூச்சு இன்றியமையாதது. இத்தகைய தொட்டி பெரிதாக இருப்பினும் எடை குறைவாக உள்ளமையால் தொழிற்சாலைகளில் மிகுந்த கண்காணிப்போடும், தரக்கட்டுப்பாட்டோடும் வெளியில் எடுத்துச் செல்லும் வகையில் செய்யப்பட்டது. ஆனாலும் எ∴கு விலை மிகுந்துள்ளமையால் நீர்த் தொட்டி களுக்கு எ∴கை விட வலிவூட்டிய கற்காரையின் பயன் மிகுதி. இருப்பினும் பெட்ரோல, எண்ணெய், வேதிப் பொருள்கள், வளிமம் இவற்றைச் சேமித்து வைக்க இன்றும் எ∴கு தொட்டிகள் பயன்படுகின்றன.

மேலும் நாரிழைக் கண்ணாடித் தொட்டி (fibre glass tank) வழக்கில் வந்துள்ளது. இது நீரை மாசுபடுத்தாது. முற்றிலும்

நீர்ப்புகாப் பண்பும், லேசான இயல்பும் கொண்டது. பேணும் செலவு மிகவும் குறைவு. தொழிற்சாலையில் இருந்து எடுத்துச் சென்று அடைய வேண்டிய இடத்தில் வைக்கும் வரை கவனமாக இருத்தல் வேண்டும். எவ்வாறேனும் விரிசல் ஏற்பட்டுவிட்டால் பழுதுபார்க்க இயலாது. புதியதையே பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும்.

- ந.வீர.அருணாசலம்

தேக்க மின்கல அடுக்கு

மின்னாற்றலைத் தேக்கி வைத்துப் பின் பளுக்களுக்கு வழங்கும் மின்னடுக்கே தேக்க மின்கல அடுக்கு (storage battery) ஆகும். இதில் மின்முனைகளின் இயற்பியல் மற்றும் வேதி நிலைகள் மின்னாற்றலை வழங்கிய பின்னர், மின்மூலங்களின் வாயிலாக மின்னேற்புப் பெற்று பழைய நிலையை அடையும் தன்மை உடையன. மின்கல அடுக்கு ஆற்றலை அளிக்கும்போது மின்னிறக்கம் செய்கிறது. பின்னர் முழுமையாக அது மின்னேற்புப் பெறுமாறு எதிர்த் திசையில் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. மின்னாற்றல் மின்கலத்தில் தேக்கி வைக்கப்படுவதால் இது தேக்க மின்கல அடுக்கு எனப்படுகிறது. இந்த மின்னாற்றல், தேவைப்படும் மின்வலைத் தொகுதியில் பயன்படுகிறது. ஒரு மின்கல அடுக்கில் பல மின்கலங்கள் தொடர் இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு தேக்க மின்கல அடுக்கின் முதன்மைத் தேவை அதன் மின் முனைகள் மின்னாற்பகுபொருளில் கரையாதனவாக இருத்தல் வேண்டும். ஒரு மின்கலத்தின் திறந்த சுற்று மின்னழுத்தம், அதன் வேதிப் பகுதிகள், மின்னாற்பகுபொருளின் வலிமை மற்றும் அதன் தட்பவெப்ப நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. ஒரு மின்சுற்று வலையுடன் இணைக்கப்பட்ட பின்னர் அதன் முனை மின்னழுத்தம் திறந்த சுற்று அழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும். மின்கலத்தின் அக மின்தடை முனையாக்கல் மின்னாற்பகுபொருளின் வேதி மாற்றங்கள், எடுக்கப்படும் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றினால் இக்குறைவு ஏற்படுகிறது; நாளடைவில் மின்னழுத்தம் குறையாக்க கூடுமாதலால் குறிப்பிட்ட இடைவேளைகளில் மீண்டும் மின்னேற்புச் செய்ய வேண்டியிருக்கும். தேக்க மின்கல அடுக்கு, ஈய-அமில மின்கல அடுக்கு (lead acid storage battery), காரத் தேக்க மின்கல அடுக்கு (alkaline type storage battery) என இரு வகைப்படுகிறது. காரத் தேக்க மின்கல அடுக்கிற்கு நிக்கல் காரத் தேக்க மின்கல அடுக்கைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம்.

தொடர் இணைப்பில் உள்ள மின்கலங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து மின்கல அடுக்கில் மின்னழுத்தம் இருக்கும். தேக்க மின்கல அடுக்கு பொதுவாக ஈய அமில மின்கல அடுக்கு (lead acid storage battery), கார தேக்க மின்கல அடுக்கு (alkaline type storage battery) என இருவகைப்படும்.

ஈய அமில மின்கல அடுக்கு

ஈய அமில மின்கலத்தில் கீழ்க்காணும் பகுதிகள் உள்ளன.

தகடுகள். இவை ஈயம் மற்றும் ஆன்டிமணி உலோகக் கலவை ஆகியவற்றைக் கொண்டு பின்னிய வலைத் தகடுகளால் ஆனவை. வலைத்தகடுகள் செயல்படும் பொருள்களால் அடைக்கப்படுகின்றன. செயல்படும் பொருள் வேதிச் செயல்பாட்டில் பங்கு கொண்டு மின்னேற்பு நடக்கும்போது மின்னோட்டத்தை ஈர்த்துக் கொள்கிறது. மின்னிறக்கம் நடக்கும்போது மின்னோட்டத்தை வெளிவிடுகிறது. நேர் மின்முனைத் தகடில் பொதுவாகவே ஈய பெராக்சைடு செயல்படு பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தகடு, மின்னோட்டத்தைக் கடத்தப் பயன்படுகிறது.

மின்னாற்பகுபொருள். மூன்று பகுதி நீரில் ஒரு பகுதி கந்தக அமிலம் கலந்த கரைசலே, மின்னாற்பகு பொருளாகும். நேர்மின்முனைத் தகடுகளும் எதிர் மின்முனைத் தகடுகளும் மின்னாற்பகு பொருளில் மூழ்கியிருக்கும். இந்த ஊடகத்தில் பாயும் மின்னோட்டம் வேதி மாறுதல்களை விளைவிக்கும். இந்த நீர்த்த கந்தக அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் 1.30 ஆக இருக்கும்.

பிரிப்பான்கள். இரண்டு எதிரெதிர்க் குறியுள்ள தகடுகளைப் பிரிப்பதற்குத் துளையுள்ள பிரிப்பான் எனும் மெல்லிய தகடு பயன்படுகிறது. இது மின்கலத்தில் குறுக்குச் சுற்று நிகழாது காக்கிறது. இது தேவையான அளவு துளைகள் கொண்டதாகவும், கடத்தாததாகவும், மின்கலத்திற்குள் மின்னாற்பகுபொருளை எளிதில் செல்ல அனுமதிப்பதாகவும் இருக்கும். இது செடார் மரம், குறுந்துளை நெகிழி, கண்ணாடிக் கம்பளி, பி.வி.சி போன்றவற்றால் செய்யப் பட்டிருக்கும்.

கொள்பொருள். மின்கலங்களில் இணைப்பு முழுதும் ஒரு பெட்டியில் வைக்கப்படும். அது பீங்கான், கண்ணாடி, செல்லுலாய்ட், ரப்பர் அல்லது நெகிழியால் ஆனதாக இருக்கும். இது கலங்களை முற்றிலுமாக மூடியிருக்கும். மின்முனைகள் மட்டும் வெளியே கொணரப்பட்டிருக்கும்.

கண்ணாடி மற்றும் செல்லுலாயிடு மூடிகள் குறைந்த எடையுள்ளவை. இவற்றை எளிதில் எடுத்துச் செல்லலாம். புகைவண்டி, ஊர்தி, உந்து ஆய்வுச் சாலை போன்ற கடினப் பணிகளுக்கு இது பயன்படுகிறது. பெட்டியின் மேல் ரப்பர் அல்லது பாலிஸ்டைன் மூடிகள் இருக்கும். அவை அமிலம், வளிமம் ஆகியவை வெளியேறாமல் இருக்கப் பயன்படும். தகடுகளை நன்கு பிடித்துக் கொள்ளவும் பிரித்து வைக்கவும் தேவையான தூக்கிகள் காணப்படும்.

மின்முனைகள். ஒவ்வொரு மின்முனையிலும் ஒரு முனையம் உண்டு. எதிர் மின்முனை இரட்டை ஒவ்வொன்றிலும் இணைக்கப்பட்ட முனையம் கலத்தின் முனையமாகும். இறுதி முனைகள் வெளியே தெரியும்படி, பளுச் சுற்றோடு மூடுகம்பிகளை இணைக்க வசதியாக அமைக்கப்படுகின்றன. அம்முனையங்களுக்கருகே + அல்லது - என்னும் துருவக் குறிகள் இடப்படுகின்றன. அவை குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்னோட்டத்தைத் தாங்கக் கூடியவை.

மின்கல அடுக்கு மின்னேற்புச் செய்தல். மின் வழங்கு மூலத்தின் நேர் குறிக்கம்பியை அடுக்கின் நேர் முனையத்துடனும், எதிர்க் குறிக்கம்பியை அடுக்கின் எதிர்முனையத்துடனும் இணைத்து அடுக்கு மின்னேற்புச் செய்யப்படுகிறது. கலம் முழுமையாக ஏற்புச் செய்யப் பட்டவுடன் அதன் நேர் தகடுகள் ஈய பெராக்சைடாக மாறுகின்றன. சாக்லேட் பழுப்பு நிறத்திலிருக்கும் எதிர்த் தகடுகள் வெளுத்த சாம்பல் நிறத்திலிருக்கும். மின்னாற்றல் மின்னடுக்கில் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும். மின்னாற்பகு பொருளான கந்தக அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் 1.3 ஆக இருக்கும்.

மின்கல அடுக்கு மின்னிறக்கம் செய்தல். மின்கல அடுக்கு பளுவுடனோ தடையுடனோ இணைக்கப் பட்டிருக்கும்போது அது மின்னிறக்கம் செய்கிறது. மின்னோட்டம் அதன் நேர் துருவத்திலிருந்து பளுவிற்குச் சென்று பின்னர் எதிர்த்துருவத்திற்கு வருகிறது. இச்செயல் பாட்டின்போது H_2SO_4 நேர் ஹைட்ரஜன் அயனி $2H^+$ ஆகவும், எதிர் சல்.'.பேட் SO^+_4 அயனி ஆகவும் பிரிகிறது. மின்கலத்தில் மின்னோட்டம் எதிர் மின்முனையிலிருந்து நேர் மின்முனைக்குச் செல்வதால் $2H^+$ அயனிகள் நேர்மின் முனைகளையும் SO_4 அயனிகள் எதிர்மின் முனைகளையும் அடைகின்றன. அப்போது கீழ்க்காணும் செயல் நடைபெறுகிறது.

நேர் மின்முனை

$$PbO_2 + 2H^+ + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$$

எதிர் மின்முனை

$$Pb + SO_4 \rightarrow PbSO_4$$

ஆகவே கலத்தின் இரு முனைகளும் $PbSO_4$ ஆக மாறுகின்றன. கூடுதலாக நீர் உற்பத்தியாகி அமிலத்தை நீர்க்கச் செய்கிறது.

கலத்தில் கீழ்க்காணும் நிகழ்வுகளைக் காணலாம். இரு முனைகளும் ஈய சல்.'.பேட் ஆவதால் வெளுத்திருக்கும்; மின்னாற்பகுபொருளின் அடர்த்தி எண் 1.1 வரை குறையும்; கலத்தின் உட்புறத் தடை உயர்வதால் கல மின்னழுத்தம் குறைந்திருக்கும்; கலத்தில் சேர்த்து வைக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல் வெளியேறியிருக்கும்.

மின்கல அடுக்கை மறு மின்னேற்புச் செய்தல். மின்னடுக்கு மின்னிறக்கம் செய்தவுடன் ஆற்றலை இழப்பதால் அதற்கு மீண்டும் ஆற்றலை அளிப்பது இன்றியமையாதது. மின் கலத்தின் மறுதிசையில் மின்னோட்டம் பாயும் வகையில் ஒரு நேர் மின் மூலத்துடன் மின்கல அடுக்கை இணைக்க வேண்டும். அப்போது கீழ்க்காணும் வேதி மாற்றங்கள் நிகழும்.

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^-$$

நேர் மின்முனையில்

$$PbSO_4 + SO_4 + 2H_2O \rightarrow PbO_2 + H_2SO_4$$

எதிர் மின்முனையில்

$$PbSO_4 + 2H^+ \rightarrow Pb + H_2SO_4$$

ஆகவே இரு முனைகளும் முன்னிலையை அடைகின்றன. நீர் கந்தக அமிலம் உருவாகப் பயன்படுகிறது. மின்னாற்பகு பொருளில் நீரின் பங்கு குறைந்து கந்தக அமிலத்தின் பங்கு மிகுதியாகிறது.

மறு மின்னேற்பினால் கீழ்க்காணும் நிகழ்வுகளைக் காணலாம். தகடுகள் PbO_2 மற்றும் Pb ஆகப் பழைய நிலையை அடைகின்றன. மின்னாற் பகு பொருளின் அடர்த்தி எண் 1.3 ஆக அடைகிறது; மின்னழுத்தம் உயர்கிறது; மின்கலம் மின்னாற்றலைப் பெற்றுக் கொள்கிறது; $PbSO_4$ குறைவதானால் மின்னடுக்கின் உள் தடை குறைகிறது.

மின்னடுக்கின் பண்புகள்

மின்னடுக்கின் கீழ்க்காணும் பண்புகள் முதன்மை யானவை.

உள்தடை. மின்கல அடுக்கினுள் மின்னோட்டம் பாய்வதால் உள் தடையினால் அவற்றின் மின்னழுத்தக் குறைவினைக் காணலாம். இத்தடையினைக் குறைவாக வைத்திருக்க வேண்டும். அதனைக் குறைக்கும் பொருட்டுத் தகடுகளின் கடத்தும் பரப்பினை உயர்த்தலாம். அதனால் மின்கல அடுக்கின் அளவு பெரியதாகலாம். மிகு தகடுகளை இணையாகப் பயன்படுத்துவதால் கடத்தும் பரப்பு உயர்வதோடு மின்னாற்பகுபொருளின் நீளமும் குறைவதால் உள்தடை மேலும் குறையும்.

ஆற்றல். மின்னாற்றலை வழங்கும் ஆற்றலே மின்னடுக்கின் ஆற்றலாகும். மின்னடுக்குச் செயல்படும்போது அதன் மின்னழுத்தம் நிலையாக உள்ளமையால் மின்னடுக்கின் ஆற்றல் ஆம்பியர் மணிகளில் பொதுவாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

குறிப்பிட்ட நேரத்தில் பாயும் மின்னோட்டத்தை ஆம்பியர்களிலும் நேரத்தை மணிகளிலும் எடுத்துக்கொண்டு பெருக்குவதால் கிடைக்கும் அளவு செலவிடப்பட்ட ஆம்பியர் மணி ஆகிறது.

ஒரு மின்னடுக்கு எத்துணை ஆம்பியர் மணிகளை முழுமையாக மின்னேற்புப் பெற்ற பின்னர், பளுவுக்கு அளிக்க முடியுமோ அதுவே மின்னடுக்கின் ஆற்றல் ஆகும்.

மின்னழுத்தம். ஒரு முழுமையான மின்னேற்புச் செய்யப்பட்ட மின் கலத்தின் திறந்த சுற்று மின்னழுத்தம் 2.1 வோல்ட் எனலாம். இது பகு பொருளின் அடர்த்தி எண், வெப்பநிலை, காலம் செல்லல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. பின் மின்னழுத்தம் படிப்படியாகக் குறைகிறது. எனவே மறு மின்னேற்புத் தேவைப்படுகிறது. பயனீட்டால் மின்னாற் பகுபொருளின் அடர்த்தி எண் குறையும்போது மின்னழுத்தமும் குறையக்கூடும். அது 1ஐ நெருங்கினால் மின்னழுத்தமே மறையக்கூடும். வெப்பநிலை உயர்ந்தால் மின்னழுத்தம் சற்றே உயரும். அதனால் வேதி எதிர் விளைவும், பளுப் பொருளின் பரவலும் உயர்கின்றன; உள்தடை குறையும்; ஆகவே மின்கலத்தை உயர் வெப்பநிலையில் இயக்குவது சிறந்தது. ஆனால் உயர் வெப்பநிலையில் அமிலம் மின்முனைச் சட்டத்தைத் தாக்குகிறது. அது வெடிக்கவோ, தெறிக்கவோ நேரிடலாம். பயனுள்ள வெப்ப நிலை 35^{0}C ஆகும்.

மின்னிறக்கத்தின்போது மின்னழுத்தம் தொடர்ச்சியாகக் குறைந்து 1.8V நிலையை அடைகிறது. எனவே, அதை மீண்டும் பயன்படுத்தலாகாது. நிலையான மின்னோட்டத்தில் அது மின்னேற்புச் செய்யப்படுகிறது. மின்னேற்பின்போது அது படிப்படியாக 2.3V என உயர்கிறது. அதற்கு மேல் வளிம உற்பத்தியில் உடனடியாக உயரக்கூடும். ஆனால் அது தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

மின்கல அடுக்கு மறு மின்னேற்புப் பெறுதல்

மின்னேற்புச் செய்யும் மின்னோட்டம்:

$$I = \frac{V - E_b}{R_{வெளி} - R_{உள்}}$$

V - மின்னேற்பளிக்கும் மின் மூலத்தின் மின்னழுத்தம்

E_b - மின்கல அடுக்கின் மின்னியக்கு விசை

$R_{வெளி}$ - பளுச் சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள வெளித்தடை

$R_{உள்}$ - மின்னடுக்கின் உள்தடை

மின் மூல மின்னழுத்தத்திற்கேற்ப மின்னோட்டத்தை நிலையாக வைத்திருக்க மின்கல அடுக்கு மின்னேற்புச் செய்யும்போது R வெளி மாற்றப்படுகிறது. மின்னேற்பின் இறுதி நிலையில் மிகு வளிம வெளியீட்டைத் தவிர்க்கும் வகையில் மின்னோட்டத்தின் மதிப்புத் தெரிந்தெடுக்கப்படுகிறது. இச்செயலின்போது வெப்பநிலை 45^{0}C ஐத் தாண்டலாகாது.

மின்னேற்புக் காலத்தைக் குறைக்கும் பொருட்டு இரண்டு மின்னோட்ட விகிதங்கள் கையாளப்படுகின்றன. தொடக்க காலத்திற்கு ஓர் உயர்ந்த மின்னோட்டமும் ஏற்பு முடியும் காலத்திற்குக் குறைந்த மின்னோட்ட விகிதமும் கையாளப்படும். நிலையான மின்னோட்டத்தைப் பேணவும், மின்னோட்டம் எதிர்த்திசையில் பாயாதவாறு காக்கவும் வேண்டும்.

கூடுதல் ஏற்பு. ஒரு மின்கல அடுக்கு கடினமான பயனீடுகளுக்கு உட்படுத்தப்படும்போது அது செயலாற்றும்

காலத்திற்குத் தேவையான ஆற்றல் அதில் இல்லையேல் அதன் ஓய்வுக் காலத்தில் இடையிடையே அதற்கு மின்னேற்பு அளிக்கப்படும். இதனால் ஏற்பு உயர்வதன் காரணமாகப் பளு இணைக்கப்படும்போது அது கூடுதல் பணியாற்ற முடியும். இவ்வகை ஏற்பளித்தலுக்குக் கூடுதல் ஏற்பு என்று பெயர். இதுவும் மிகு வளிம வெளியீட்டைத் தவிர்க்கும் முறையிலும் வெப்பநிலை 45°Cஐத் தாண்டாதவாறும் செய்யப்படும்.

மிதப்பு ஏற்பு. இருப்புப் பாதை வண்டிகள், உந்துகள் போன்றவற்றில் மின்கல அடுக்கு தொடர்ந்து இணைக்கப் பட்டிருந்தால் அது மிதப்பதாகச் சொல்லப்படும். மின்கல அடுக்கின் திறந்த சுற்று அழுத்தத்திற்குச் சற்றே உயர்வாகப் பளுச் சுற்றின் மின்னழுத்தம் இருக்கும். உள்ளிடச் செயல்பாடு, அடுக்கில் இருந்த ஆற்றல் ஆகியவற்றை ஈடு செய்ய ஓரளவு குறைவான மின்னேற்பு மின்னோட்டத்தை மின்கல அடுக்குக் கொண்டிருக்கும். மின் நிலையங்களில் காப்புச் சுற்றுகளுக்கு மின்னோட்டம் வழங்கும் மின்கல அடுக்குகளும் இவ்வாறே மின் மூலங்களிலிருந்து தொடர்ந்து குறைவான மின்னேற்புப் பெற்றுக் கொண்டிருக்கும்.

மின்கல அடுக்கில் தோன்றும் முதன்மைச் சிக்கல்கள்

மின்னேற்பளித்தல். உற்பத்தியாளர் குறிப்பையும் மீறி மிகு மின்னேற்பு அளித்தால், மிகு வளிமங்கள் உற்பத்திச் செயல்படும் பொருள்களை வீணாக்கிவிடும். மேலும் வெப்ப உயர்வு, தகடுகளைத் தெறித்துவிடும். குறைவாக மின்னேற்பளித்தால் மின்னாற்பகுபொருளின் அடர்த்தி எண் குறைவாகி உள்தடை உயரும். மேலும் மின்கல அடுக்கின் ஆற்றலும் திறனும் குறையும்.

கந்தகமாகல். தொடர்ந்து குறைந்த மின்னேற்பளித்தால் அல்லது மின்னாற்பகுபொருள் குறைவாக இருந்தால் தகடுகளில் ஈய சல்்.பேட் உருவாகும். இது உள்தடையை உயர்த்துவதோடு செயல்படும் பகுதியையும் ஆற்றலையும் குறைக்கிறது. அடுத்தடுத்து மிகு மின்னேற்பு அல்லது கூடுதல் மின்னேற்பு அளிப்பதன் மூலம் இந்நிலைமையைச் சீராககலாம்.

குறுக்கிணைப்பு. பிரிப்பான்கள் முறிந்தாலோ, தகடுகளின் அடியில் வீழ்படிவுகள் உருவானாலோ குறுக்கிணைப்பு நேரலாம். இதற்குத் திறந்த சுற்று மின்னழுத்தத்தைக் குறைத்து மின்கல அடுக்கில் ஆற்றல் இழப்பை உயர்த்தலாம்.

மின்கல அடுக்கைப் பேணல். மின்னாற்பகுபொருள தகடு, கொள்கலம் ஆகியவற்றிலிருந்து தூசி, துகள்களை அகற்ற வேண்டும்; பகுபொருளின் ஒழுங்கைச் சரிபார்த்துப் பெட்டியின் மேல் சிந்தியுள்ளதை அகற்ற வேண்டும்; முனையங்களில் இணைப்புகள் சரியாகவும் உறுதியாகவும் இருக்கின்றனவா என்று பார்க்க வேண்டும்; உற்பத்தியாளர் நியமங்களின்படி மின்னாற்பகுபொருளின் மட்டமும் அடர்த்தி எண்ணும் உள்ளனவா என்று பார்க்க வேண்டும்; மின்கல அடுக்கு 24 மணி நேரத்திற்கு மேல் மின்னிறக்கம் செய்யும் நிலையில் இருக்கலாகாது. பெட்ரோலிய ஜெல்லியால் உலோகப்பகுதிகளை அரிப்பிலிருந்து காக்க வேண்டும்.

காலமுறைப் பேணல். நாள்தோறும் மின்கல அடுக்கும் அதன் சுற்றுப்புறமும் தூய்மையாக இருக்கின்றனவா என்று பார்க்க வேண்டும்; மின்னாற்பகுபொருளின் மட்டத்தையும் அடர்த்தி எண்ணையும் சரி பார்க்க வேண்டும்; மின்கலம் மற்றும் அடுக்கின் மின்னழுத்தத்தைச் சரி பார்க்க வேண்டும்; அனைத்துப் பகுதிகளையும் தூய்மையாககி உலோகப் பகுதிகளுக்குப் பெட்ரோலியம் ஜெலலி தடவ வேண்டும்; அறை வெப்ப நிலையைப் பதிவு செய்ய வேண்டும

வாரந்தோறும். தகடுகளில் வெடிப்புள்ளதா, பகுபொருள் ஒழுகுகிறதா என்று பார்க்க வேண்டும்; பகுபொருளில் ஏதேனும் மிதக்கிறதா படிவுகள் எவையேனும் உள்ளனவா என்று சரிபார்க்க வேண்டும்; வலிவான மின்னிறக்கத்திற்குப் பின் புதிய மின்னேற்பு அளிக்க வேண்டும். மாதமிருமுறை மேற் காண்பவற்றோடு மின் கலங்களில் தூய வடிநீர் சேர்த்து மட்டம சரி செயய வேண்டும்.

மூன்று மாதங்களுக்கொரு முறை. மேற்காண்பவற் றோடு மிதவை மற்றும் சொட்டு மின்னேற்பு முறைகளைச் சரிபார்க்க வேண்டும். ஆண்டிற்கொருமுறை மேற்காண்ப வற்றோடு ஒவ்வொரு கலத்தின் நிலையினையும் சரிபார்த்து அதன் உள் தடையை அறுதியிட வேண்டும். தகடு அல்லது மின்னாற் பகு பொருளில் உள்ள தூசுகளை அகறற வேண்டும். மின்கல அடுக்குத் தாங்கியையும் அறையையும் தக்கவாறு பூசச் செய்தல் வேண்டும்.

முதன்மைக் குறிப்பு. பராமரிப்புப் பணிகளை அவ்வப் போது பதிவேட்டில் பதிவு செய்து கொண்டால் மேம்பட்ட செயல்பாட்டையும் நீடித்த பயன்பாட்டையும் பெறலாம்.

மின்கல அடுக்கின் பயன்கள். மின் மூலம் வழங்கும் மின்னோட்டம் தடைப்படும்போது மின்கல அடுக்கு தானாகவே மின்னாற்றல் வழங்குகிறது. புகை வண்டி விளக்குகளுக்கும் காற்றாடிகளுக்கும் கேசோலின், டீசல் எந்திரங்களை இயக்கவும் மின்சாரம் வழங்குகிறது. மின்கல அடுக்கு உந்துகளையும், தொழிலியல் சுரங்கப் பொறிகளையும் இயக்கும். தொலைபேசிப் பரிமாற்றி, ஒலிபரப்புத் துறை, நீர்மூழ்கிக் கப்பல் ஆகியவற்றில் இது மின் மூலமாகப் பயன்படுகிறது.

மின் நிலையங்களில் கருவிகளைப் பாதுகாக்க உணர்த்திகளுக்கும், பாதுகாப்புக் கருவிகளுக்கும் மின்சாரம் வழங்கப் பயன்படுகிறது. பொதுவாக ஈய அமில மின்கல அடுக்கு தேக்க அடுக்காகப் பயன்பட்டாலும் சில குறிப்பிட்ட தேவைகளுக்கு நிக்கல் கார அடுக்கு பயன்படுகிறது.

நிக்கல் - கார மின்கலம்

நிக்கல் கார மின்கலத்தில் பொதுவாக நேர்மின் முனையாக நிக்கல் ஆக்சைடும், எதிர் மின் முனையாக இரும்பு ஆக்சைடும் இடம் பெறுகின்றன. மின்கலத்தின் ஆற்றலை உயர்த்த, சிறிதளவு லித்தியம் ஹைட்ரேட் அக்கரைசலோடு சேர்க்கப்படுகிறது.

துளை கொண்ட எஃகுத் தகடு, நிக்கல் முலாம் பூசப்பட்டுக் குழாய் வடிவில் சுற்றப்பட்டு, நேர்மின் முனையாகப் பயன்படுகிறது. எதிர்மின் முனை, இரும்பு ஆக்சைடு நிரப்பப்பட்ட நிக்கல் பூசப்பட்ட துளை கொண்ட இரும்பு நாடாக்களால் ஆன செவ்வக அமைப்புக்களாக இருக்கும். அதன் கடத்துமையை உயர்த்த அதில் சிறிது பாதரசம் சேர்க்கப்படுகிறது. இரண்டு முனைகளும் ரப்பர் துண்டுப் பிரிப்பான்களால் நன்கு பிரிக்கப்பட்டு, நிக்கல் முலாம் கொண்ட எஃகு கொள்கலத்தில் வைக்கப்படுகின்றன. மின்னாற்பகு பொருள் 21% பொட்டாசியம் ஹைட்ரேட் ஆகும். அதன் கடத்துமையை உயர்த்த நிக்கல் ஹைட்ரேட் சிறிது சேர்க்கப்படும்.

வேதி மாற்றங்கள்

$KOH \rightleftharpoons K+ + OH$

$Ni(OH)_4 + KOH + Fe \rightleftharpoons Ni(OH)_2 + KOH + Fe(OH)$

இம்மாற்றங்களின்போது நீர் உண்டாகாது. எனவே, அடர்த்தி என்றும் மாறாது; OH அயனிகளை ஒரு தகட்டிலிருந்து மற்றொரு தகட்டிற்குக் கொண்டு செல்ல மட்டுமே அது பயன்படுகிறது.

முழுமையாக மின்னேற்புச் செய்யப்பட்ட கலத்தின் மின்னழுத்தம் 1.4V மின்னிறக்கத்தின்போது 1 ஆகக் குறையும். அதில் உயர்ந்த உள்தடை உள்ளதாகையால் 1.7V வரை மின்னேற்பு அளிக்கப்படுகிறது. இம்மின்கலம் எடை குறைவானது; கடினமான மின்னேற்பையும் மின்னிறக்கத்தையும் தாங்கவல்லது; ஆம்பியர் மணித்திறம் 80% ஆகும். ஆனால் இதன் விலை மிகுதி.

இருப்புப்பாதை உந்து, கப்பல் பயணம், தொழிற்சாலை உந்து, சுரங்கப்பாதை உந்து, சுரங்க விளக்கு, மக்கள் போக்குவரத்துப் பேருந்து ஆகியவற்றிற்கு நிக்கல் கார மின்கல அடுக்குகள் பயன்படுகின்றன.

- எஸ்.சுந்தரசீனிவாசன்

தேக்க மின்சுற்று

மின்நிலையம், மின்தேக்கி இவற்றை இணையாகக் கொண்ட மின்சுற்றே தேக்க மின்சுற்று (tank circuit) எனப்படும் மின்மாற்றியில், மூலத்திலிருந்து (source) சுமைக்குத் தேக்க மின்சுற்று வழியாக ஆற்றல் வெளியேற்றப்படும். மின்மறிப்புப் பொருத்தவைப்பு மின்வலையில் சுமைக்கும் மின்னாக்கிக்கும் இடையே, மின்னாக்கியின் மின்மறிப்புக்கு இணையான (conjugate) மின்மறிப்பைக் கொடுக்கத் தேக்க மின்சுற்று பயன்படுகிறது.

அலையியற்றிகளில், தேக்க மின்சுற்று அதிர்வெண் காணியாகப் பயன்படுகிறது. ஹார்ட்லி, கால்பிட்ஸ் அலையியற்றிகளில், அவற்றின் உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு மின்ஈறுகளுக்கிடையே ஒரு தறுவாய்த் தலைகீழாக்கத்தைக் கொடுக்கத் தேக்க மின்சுற்று பயன்படுகிறது.

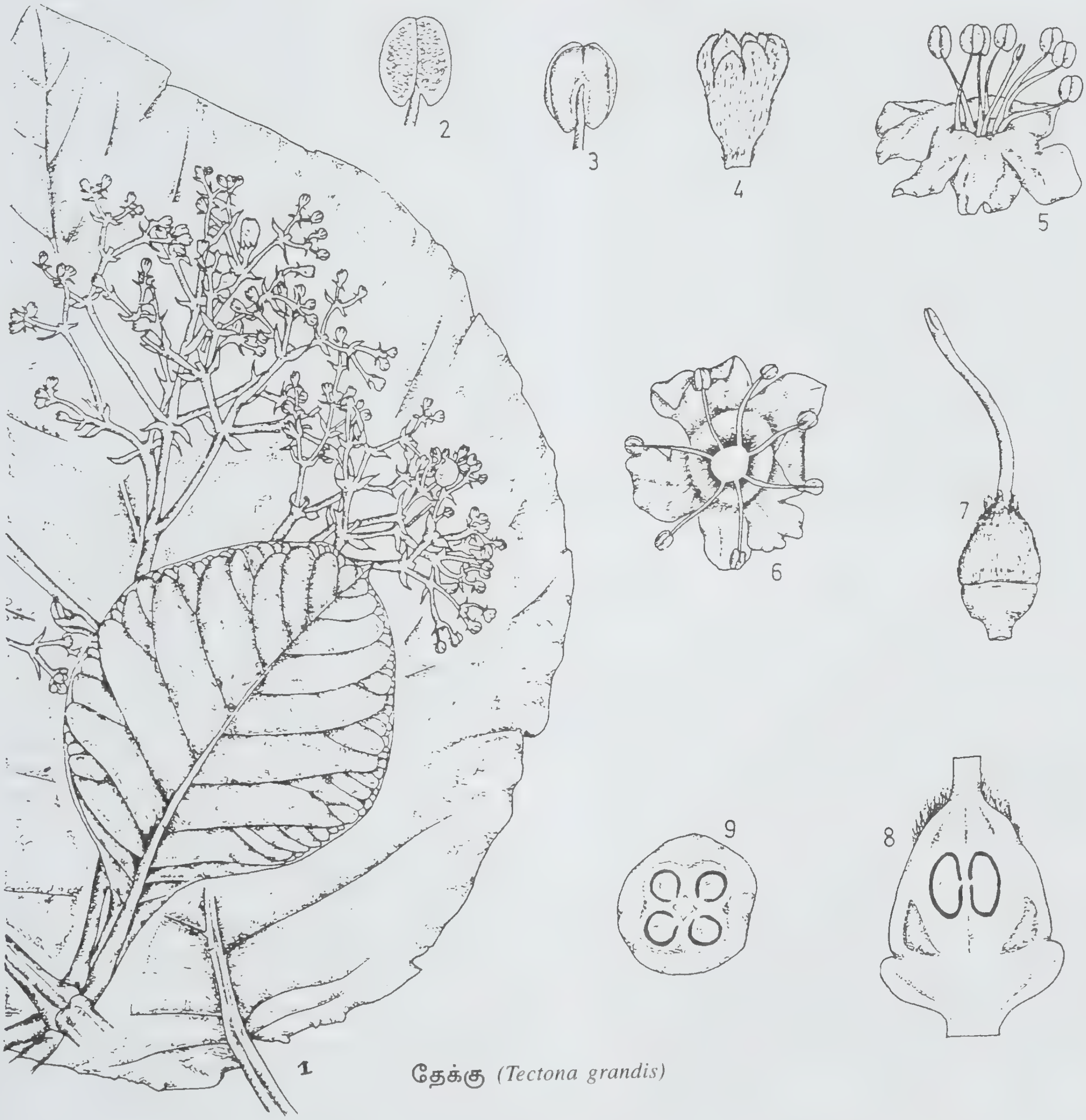
C வகை மிகைப்பிகளில் (class C amplifirs) தேக்க மின்சுற்று தட்டுசார் சுமையாகப் (plate load) பயன்படுகிறது.

- இரா. இந்து

தேக்கு

சூதக்கை, தேக்கமரம், சாகம், குமிடிகம், பெருந்தேக்கு என்றும் இதைக் கூறுவதுண்டு. தேக்கின் தாவரப் பெயர் டெக்டோனா கிராண்டிஸ் (*Tectona grandis*) என்பதாகும். டெக்டோனா என்னும் கிரேக்கச் சொல் தச்சன் என்பதையும், கிராண்டிஸ் என்பது பெரிய என்பதையும் குறிக்கின்றன.

வெர்பனேசிக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த இம்மரம் இந்தியா, மியான்மர், தாய்லாந்து, லாவோஸ் நாட்டுக் காடுகளில் வளர்ந்திருக்கும். உலகில் வட அகலாங்கில் (latitude) $9\text{-}25^{0}$ வரையிலும் கிழக்கு நெட்டாங்கில் (longitude) $70\text{-}100^{0}$ வரையிலும் தேக்கு மரத்தைக் காணலாம். தேக்கின் தாயகம் தெற்கு ஆசியா, மலேசியா ஆகும்.



தேக்கு (*Tectona grandis*)

1. மஞ்சரியுடன் கூடிய இலை 2,3. மகரந்தப்பைகள் 4. புல்லி வட்டம் 5, 6. அல்லிவட்டம் 7. சூலகம் 8. சூலகப்பையின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம் 9. சூலகப்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்.

இந்தியாவில் தமிழ்நாடு, மஹாராஷ்டிரம், கேரளா, ராஜஸ்தான், உத்திரபிரதேசம், ஒரிசா, மேற்கு வங்காளம் ஆகிய மாநிலங்களில் தேக்குமரங்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. கர்நாடகத்தின் வட பகுதியில் வளரும் தேக்குமரம். மிகச் சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது. அதற்கடுத்த தரம் வாய்ந்தது தமிழ்நாட்டுத் தேக்கேயாகும். மத்தியபிரதேசத்தில் தேக்கு மிகுந்திருந்தபோதும் தரத்தில் குறைந்தது. இதற்கு இங்குப் பெய்யும் மழையின் அளவு குறைவாக உள்ளமையும் வளம் குன்றிய மண்ணில் தேக்கு விளைவதும் காரணங்களாகும். தமிழ்நாட்டில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் உயர்ந்த பகுதிகளிலுள்ள இலையுதிர் காடுகளில் தேக்கு மரம் காணப்படுகிறது. கேரளாவில் நிலம்பூர் பள்ளத்தாக்கில் வளரும் மரங்கள் மிகவும் தடித்தவை. ஆனைமலையில் மிகப்பெரிய தேக்கு மரங்கள் கூட்டங்கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன.

மரம். தேக்கு ஒரு பெரிய இலையுதிர் மரமாகும். இதற்கு ஆழமான ஆணிவேருண்டு. கோடைக்காலம் வந்ததும் அகன்ற இலைகளை உதிர்த்துவிட்டுப் பலகாலம் இலை களற்று இருக்கும். இம்மரம் 30-60 மீ. உயரத்திற்கு வளரும். இலைகள் மேற்பரப்பில் கரடுமுரடாக மயிரின்றி இருக்கும். கீழ்ப்பக்கம் அடர்ந்த, சிவப்பு நிறமான தூவி சூழ்ந்திருக்கும். இலைகள் நவம்பர் - ஜனவரியில் உதிர்கின்றன. இளம் கொப்புகள் சதுரமான மென் மயிரைக் கொண்டுள்ளன. இலைக்காம்பு தடிப்பாக 3 செ.மீ. நீளமானது; இலையோரம் முழுமையானது; முனை மழுங்கியோ கூர்மையாகவோ இருக்கும்.

கோடைக்குப்பின் இலைகளுடன் பூக்களும் தோன்றுகின்றன. பூக்கள் மிகுதியாகக் கிளைகளின் நுனியில் அடர்த்தியற்ற கொத்துகளாகத் தோன்றுகின்றன. பெரும் பாலும் ஜுன் - செப்டம்பர் மாதங்களில் பூக்கள் தோன்றும். மண்வளம் குன்றிய பகுதிகளில் சற்று முன்னரே பூக்கும். பூத்த 4 திங்களில் காய்களாகின்றன. பூவடிச்செதில் சிறியது; குறுகியது; ஈட்டி வடிவானது; புல்லிவட்டம் மணி வடிவானது; 5-7 கதுப்புகளுடையது; 3 மி.மீ. கனமுடையது; கூரியது; அல்லிவட்டம் சிறியது; வெள்ளை அல்லது மஞ்சள் நிறத்தில் 1 செ.மீ. குறுக்களவில் சற்று வட்டமாக அமைந்திருக்கும்; அல்லிக் குழல் சிறியது; 5-7 கதுப்புகளுடையது; மகரந்தத்தாள்கள் 5-7, அல்லிக் குழலின் அடிப்பகுதியில் செருகப்பட்டிருக்கும். மகரந்தப்பைகள் முட்டை அல்லது நீள் சதுரமானவை; 1.5 மி.மீ. அளவானவை; மகரந்தக்கம்பி 3 மி.மீ. நீளமானது. சூலகம் சதைப்பற்றானது; 4 திசுவறை களுடையது. உருண்டையாக 2 மி.மீ.அளவிலிருக்கும். சூலகத் தண்டு மெல்லியதாக 4 மி.மீ. நீளமானது. சூலகமுடி இரண்டாகப் பிளவுற்றிருக்கும்.

கடற்பஞ்சுப் போன்ற காய்கள் முதிர்கின்றன. முதிர்ந்த காய்கள் காய்ந்து மரத்திலிருந்து தானாகவோ மரத்தை உலுக்கினாலோ உதிர்ந்துவிடுகின்றன. காயினுள் 4 விதை அறைகளுண்டு. ஆனால் அனைத்து அறைகளிலும் விதை இருப்பதில்லை. ஒரு காயில் 1 அல்லது 2 விதைகள் மட்டுமே உள்ளன. விதைகள் நேராக நீள் சதுர வடிவிலிருக்கும். விதையின் மேல் தோல் காகிதம் போன்றது.

வளர்ப்பு முறை. தேக்கு பலவகை மண்ணிலும் தட்பவெப்ப நிலையிலும் வளரும் இயல்புடையது. மழையளவைப் பொறுத்து மரத்தின் தரம் மாறுபடுகிறது. ஆழமான, வடிகால் வசதியுள்ள ஈரப்பசையுள்ள வண்டல் மண் தேக்குக்கு ஏற்றது. சமவெளியிலும் தேக்கை வளர்க்கலாம். தேக்குமரம் சூரிய ஒளியை மிகுதியாக நாடும் மரம். ஓடை, வயல் ஓரம், வீட்டின் வேலி ஓரம் ஆகிய இடங்களில் இதனை வளர்க்கலாம். நிழலற்ற இடமாக இருத்தல் வேண்டும்.

தேக்கு மரத்துடன் மஞ்சக்கடம்பு, வெள்ளை வாகை,வெள்ளைக் குங்கிலியம், காட்டுமா, வெம்மரை, ஈட்டி, பன்றி வாகை, கருந்தும்பி, நெல்லி, நிலக்குமிழ், கச்சக் கூட்டமரம், ஒதியன், இலுப்பை, பூதக்கடம்பு, உதிர வேங்கை, இந்தியச் செம்மரம், தான்றிமரம், மூங்கில், கல் மூங்கில் ஆகிய மரங்களும் சேர்ந்து வளருகின்றன. தென்னிந்தியாவில் இம்மரம் முள் இலவு, ஆய்மா, ஆச்சா, தடச்சி, வெண் தேக்கு, கடுக்காய் மரம், வெண் மருது ஆகிய மரங்களுடன் வளர்ந்து காணப்படுகிறது.

சிறந்த தேக்கில் கவையில்லாத நேரான தண்டில் பக்கக்கிளைகளோ, முடிச்சுகளோ இருக்கக்கூடாது. மரத்தண்டு அடிப்பகுதியில் கனத்துடனும் நுனியில் சிறுத்தும் இராமல் அடி முதல் நுனி வரை சீரான தடிமனில் இருக்க வேண்டும். மரத்தண்டு குறுக்குத்தோற்றத்தில் வட்டவடிவாயிருத்தல் சிறந்தது. தண்டின் அடிப்பகுதியில் வளைவுகள் இருக்கக்கூடாது.

பூச்சி நோய்கள். தேக்கு மரத்தில் தாக்கும் பூச்சிகளுள் இலைகளைத் தின்னும் ஹபாலியா மக்கேராலிஸ் *(Hapalia machaeralis)* ஹ. பூரியா *(H.Purea)* என்பவை குறிப்பிடத் தக்கவை. சொறியை உண்டாக்கும் வண்டினப் புழுவான டியாம்மஸ் செர்வினஸ் *(Dihammus Cervinus)* என்பதன் தாக்குதலை இளமரங்களில் காணலாம். சஹியாட்ராசஸ் மலபாரிகஸ் *(Sahyadrassus malabaricus)* என்னும் துளைப்பானும் தேக்கில் அழிவுண்டாக்கும்.

தேக்குமரத்தில் ஆர்மில்லேரியா மெல்லியா *(Armillaria mellea)* ∴ போமெஸ் *(Fomes Spp.)* சிற்றினங்கள், ஹெலிகோ பெசிடியம் காம்பேக்டம் *(Helicobasidium compactum)* என்பவை வேரழுகல் நோயினை ஏற்படுத்துகின்றன. பாலிபோரஸ் அடுஸ்டஸ் *(Polyponus adustus)* என்னும் பூசணம் பெருமழை பெய்யும் இந்தியப் பகுதியில் விளையும் தேக்கு மரத்தில் காணப்படும். இளஞ்சிவப்பு நோய்க்குக் கார்ட்டிசியம் சால்மணிக்கலர் *(Corticium salmonicolor)* என்னும் பூசணம் காரணமாகிறது. சொறி நோயினை நெக்டிரியா ஹீமட்டோ கோக்கோ *(Nectria haematococca)* ∴புயூசேரியம் சொலானை

(Fusarium Solani) என்னும் பூசணங்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் மடிந்துவிடுகின்றன. இலைகளில் தோன்றும் நோய்களுள் இலைகளில் ஆரஞ்சு மஞ்சள் நிறப்புள்ளிகளை உண்டாக்கும் துருநோய் குறிப்பிடத்தக்கது. இந்நோய் இலைகளின்மீது 0.2% நனையும் கந்தகத்தைத் தெளிப்பதால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

செர்க்கோஸ்போரா இலைப்புள்ளி நோய் இந்தியா, ஹவாய் ஆகிய நாடுகளில் காணப்படுகிறது. இதற்குச் செக்கோஸ்போரா டெக்டோனே *(Cerocospora tectonae)* என்னும் பூசணம் காரணமாகிறது. ஃபில்லேக்டிக்டினியா *(Phyllactictinia Spp)* பேரினங்கள் ஏற்படுத்தும் சாம்பல் நோயை மழைக்காலத்தில் இலைகளில் சாம்பல் நிறப் பூசண வளர்ச்சியாகக் காணலாம். நோய் தீவிரமாகும்போது இலைகள் உதிர்ந்துவிடுகின்றன.

பயன்கள். மரவேலைக்கு வேண்டிய அனைத்துப் பண்புகளும் தேக்கிற்கு உண்டு. இம்மரக்கட்டை நடுத்தரமான கனமும், கடினமும், நார் நெருக்கமும், உறுதியும் உடையது. நீண்ட நாள் உழைக்கும் தன்மை கொண்ட இம்மரம் மழை, வெயில் ஆகியவற்றைத் தாங்கக்கூடியது. நீரில் கெடாமலும் நீண்ட நாள் உழைக்கும். இதற்கு இம்மரத்திலுள்ள ஒருவகை எண்ணெய்ப் பசையே காரணம் என்பர். நீர் மற்றும் கறையான்களால் இம்மரம் எளிதில் பாதிக்கப்படுவதில்லை. கப்பல் கட்டுவதற்குத் தேக்கே சிறந்த மரமாகும். தேக்கு மரத்தைக் கொண்டு கட்டடம், லாரி, வண்டி, மேசை,நாற்காலி, பண்ணைக் கருவி, ரயில்பெட்டி, ரயில் பாதைகளில் போடப்படும் பலகை, பாரவண்டி, போர்த்தளவாடம் செய்யலாம். பாலம் கட்டவும் துப்பாக்கித் தொழிற்சாலைகளில் பல வேலைகளுக்கும் இது உதவும். கப்பலில் அரிப்புத் தன்மையுள்ள திரவங்களை (corrosive liquid) எடுத்துச்செல்ல உதவும் பாத்திரங்கள் தேக்கு மரத்தினால் செய்யப்படுகின்றன. மின்சாரக் கம்பங்கள் தேக்கு மரத்திலானவை.

தேக்குக் கொட்டையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட எண்ணெய்க்குத் தலை மயிரை வளர்க்கும் தன்மையும், படர்தாமரை, தோல் நோய், உடல் அரிப்பு மற்றும் நமைச்சலைப் போக்கும் தன்மையும் உண்டு. மரத்தூளை எரித்துக் கரியாக்கி அத்துடன் கசகசாவின் பாலை சேர்த்துக் குழப்பி, கண்ணிமை வீக்கத்திற்குத் தடவலாம். இம்மரக்கரித் தாரைத் தடவினால் கால்நடைகளுக்கு வரும் புண்களில் புழுக்கள் உண்டாகாமல் பாதுகாக்கலாம்.

- கோ.அர்ச்சுனன்

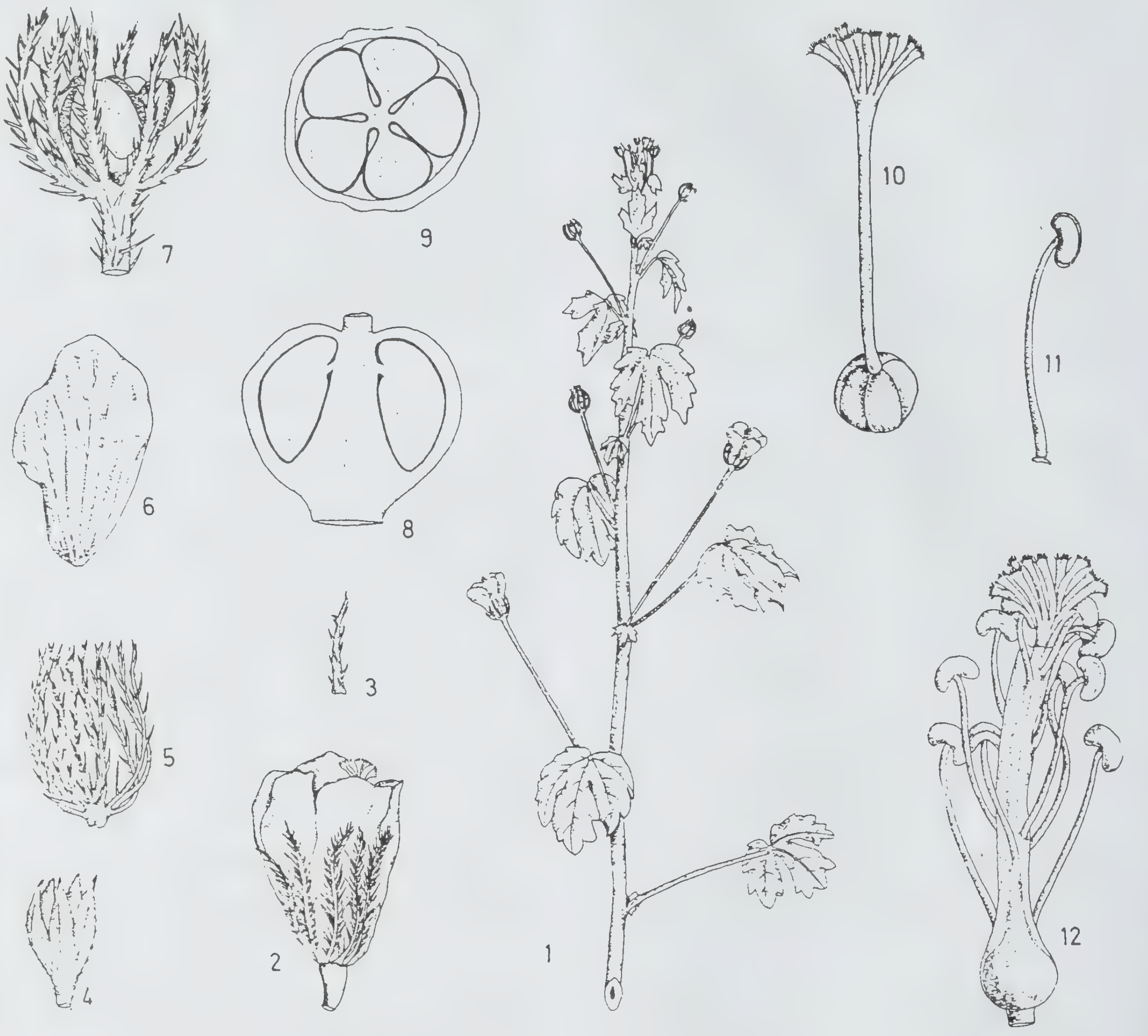
தேங்காய்ப் பூண்டு

இதற்கு ஓரிதாமியம், சிறுதொட்டி, சிறுகுறுந்தொட்டி, காத்தொட்டி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இது இலங்கை, தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இதன் தாவரப்பெயர் பவோனிகா சைலானிகா *(Pavonica Zeylanica)* என்பதாகும். இதற்கு ஹைபிஸ்கஸ் சைலானிகா *(Hibiscus Zeylanica)* என்னும் இணை தாவரப் பெயருண்டு. மால்வேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது சமவெளியிலும், 400மீ. உயர மலைப் பகுதியிலும் காணப்படும். தரிசு நிலங்களில் பெரிதும் வளர்ந்திருக்கும் இச்செடியிலிருந்து நார் எடுக்கலாம். நார் வெண்மையாகவும் மென்மையாகவும் மெல்லியதாகவும் இருக்கும். நாரில் 74.7% செல்லுலோஸ் உள்ளது. இதன் இழை நீளம் 1.0-1.5 மி.மீ. ஆகும்.

செடி. இது 1-1.5 மி.மீ. உயரம் வளரும் குறுஞ்செடி. இதன் கிளைகள் பிசுபிசுப்பாகவும் நட்சத்திர வடிவ மயிருடனும் காணப்படும். இலைகள் 3 மடல்களாகப் பிளவுற்றிருக்கும். பிளவுகள் தலைகீழ் முட்டை வடிவானவை. இலையடிப்பகுதி ஆப்பு வடிவிலிருக்கும். இலையோரம் பற்களைக் கொண்டிருக்கும். இலையடிச் செதில் 1 மி.மீ. அளவானது. துணர் *(raceme)* மஞ்சரி இலைக் கோணங்களிலோ உச்சியிலோ உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச் செதிலிலைகள் 5; புல்லி இதழ்கள் 5; இணைந்தவை; புல்லிக் குழலின் நீளம் 1.5 மி.மீ.; புல்லி இதழ் நீளம் 2 மி.மீ.; அலலி இதழ்கள் 5; இவை மகரந்தக் குழலின் அடிப்புறம் இணைந்திருக்கும். அல்லி இதழ்கள் ஒளிவீசும் குங்கும நிறம் அல்லது வெண்ணிறத்தில் காணப்படும்.

எண்ணற்ற மகரந்தத்தாள்கள் கற்றையாகக் காணப்படும். சூல்பை 5 அறைகளைக் கொண்டது. அறை ஒவ்வொன்றும் ஒரு சூல் கொண்டிருக்கும். சூலகத்தண்டு 10; சூலகமுடி உருண்டையானது; சூலிலைகள் 3 கோணங்களுடனிருக்கும். விளிம்புகளில் படகு போன்றும் பின்புறம் தட்டையாகவும் இருக்கும். வெடியாக் கனிகள் காணப்படும். பூக்களையும் கனிகளையும் ஆண்டு முழுவதும் காணலாம். தேங்காய்ப்பூண்டின் சாறு மருந்தாகிறது. இதன் வேர்க்குடிநீர் காய்ச்சலையும், வயிற்றுப்புழுக்களையும் நீக்கும். சிற்றாமுட்டி,பேராமுட்டி, முக்காவேளை, கடுக்காய், நெல்லிக்காய், சுக்கு ஆகியவற்றைச் சம அளவு எடுத்து 1500 மி.மீ. நீர் சேர்த்துச் சுண்டக்காய்ச்சிக் குடித்துவரக் கிராணி, வாயு, குன்மநோய் போகும்.

- கோ.அர்ச்சுனன்



தேங்காய்ப்பூண்டு *(Pavonica Zeylanica)*

1. கிளை, 2. மலர், 3. பூவடிச் செதில், 4. புல்லிவட்டம், 5. புறப்புல்லிவட்டம், 6. அல்லி இதழ், 7. கனி, 8. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம், 9. சூலகத்தின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம், 10. சூலகம், 11. மகரந்தப்பை, 12. சூலகமுடைய மகரந்தத்தண்டு

தேங்கும் நீர்ச்சூழலமைப்பு

உலகில் உள்ள நீர்ச்சூழலில் நன்னீர்ச் சூழல், உப்பு நீர்ச்சூழல் என இரு வகைகள் உள்ளன. தேங்கும் நீர்ச்சூழல் *(lentic ecology)*, ஓடும் நீர்ச்சூழல் என நன்னீர்ச் சூழல் மேலும் இரு பிரிவுக்குட்பட்டுள்ளது.

தேங்கும் நீர்ச்சூழல். இது குளம், ஏரி, கறுப்பு நிலம், நீர் தேங்கிய மண் பரப்பு போன்றவற்றைக் கொண்டது.

ஏரி. ஏரி என்பது உள் நாட்டின் மண் பரப்பிலுள்ள நீர் நிறைந்த சற்று ஆழமான உட்குழிவாகும். இதன் அளவு பல வகைகளில் வேறுபடுகிறது.

குளம். குளம் என்பது அளவில் சிறியதாகவும், ஆழம் குறைந்ததாகவும் உள்ள நீர் தேங்கிய பகுதியாகும். ஆழம் குறைவாக உள்ளமையால் வேருள்ள தாவரங்கள் இப் பகுதியின் அடித்தளத்தில் முளைக்கின்றன. பெரும்பான்மை யான குளங்களும் ஏரிகளும் வெளிச் செல்லும் நீரோட்டங் களைப் பெற்றுள்ளன.

குளம், ஏரி இவற்றின் நீர் ஊடுருவும் திறன், நீர்மத்தின் நிலை அழுத்தம் இவற்றைப் பொறுத்துப் பல நிலை அடுக்குகளாகப் பிரிக்கப்படும். ஓர் ஏரியில் கீழ்க்காணும் வரையறுக்கப்பட்ட கிடைநிலை அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. அவையாவன:

கரையின் அருகில் உள்ள ஆழம் குறைவான பகுதியின் மேல் பகுதி வெப்பமான, ஆக்சிஜனுடைய ஒளிமிகு பகுதியாகும். இந்தப் பகுதியில் வேருடைய தாவரங்களும் இருக்கும்.

ஆழம் மிகுந்த பகுதியில் தாவரங்கள் உள்ள பகுதி யிலிருந்து நீர்ச் சுழற்சியற்ற, உயிர்க்காற்றுக் குறைவான பகுதி வரையுள்ள ஒளி குறை பகுதிகள் அடங்கும்.

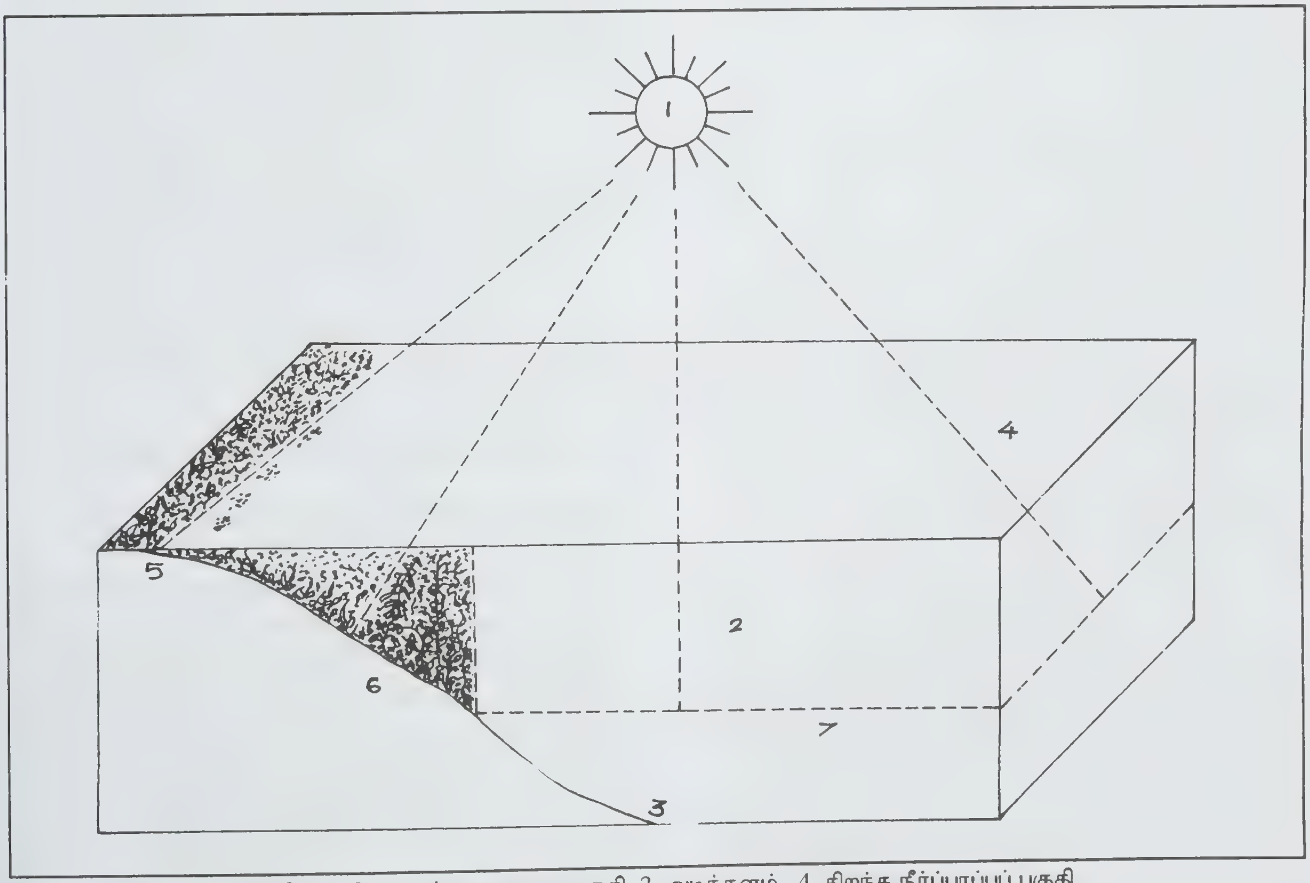
திறந்த நீர்ப் பகுதி கரையினின்று விலகி மிகுந் ந காணப்படும். இதில் ஒளிச்சேர்க்கையின் விகிதம் சுவாச விகிதத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

ஆழ் பகுதி என்பது ஒளி ஊடுருவாலப் பகுதியாகும். மிகு ஆழ் பகுதி என்பது 2000 மீட்டருக்கு மேல் ஆழமான ஏரிகளில் காணப்படுகிறது.

ஏரிகளில், குளிர் வெப்பக் காலங்களில் வெப்ப அடுக்கமைவுக் காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜன், வெப்பம், ஆழம், தெளிவு நிலை ஆகியவற்றில் காலத்திற்கேற்ற வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஏரி குளங்களின் ஒளி ஊடுருவும் நிலையையும் ஊட்ட நிலையையும் பொறுத்துத தாவரங்களும் அவற்றைச் சார்ந்துள்ள உயிரிகளும காணப்படும்.

குளம் அல்லது ஏரியின் முதன்மையான பகுதிகள்

பரப்பும், ஆழமும். ஏரியின் ஆழமும் பரப்பும் வேறுபடுகின்றன. பெரும்பாலான ஏரிகள் 30 மீ. ஆழமே



1. சூரியன், 2. ஆழம் குறைவான பகுதி, 3. அடித்தளம், 4. திறந்த நீர்ப்பரப்புப் பகுதி, 5. ஊட்ட அடுக்கு, 6. ஒளி ஈடு செய் பகுதி, 7.ஆழ் பகுதி

உடையன. சைபீரியாவிலுள்ள பைகால் ஏரி 1700 மீ. ஆழமுடையது. பல ஏரிகள் கடல் மட்டத்திலிருந்து 3500 மீ. உயரத்திலுள்ளன. ஏரியின் நீர் மட்டம் மாறிக் கொண்டே யிருக்கும். சிறு துகள்களும், படிவுகளும் அடித்து வரப் படுகின்றன. இதனால் அடிப்பரப்பு, மண், வண்டல் யாவும் கரையில் குவிக்கப்பட நாளடைவில் தாவரங்கள் கரைகளில் வளர்ந்து, கரைகள் உயர ஏரிகளின் பரப்பு குறைந்து விடுகிறது.

வெப்பம் குறைவான பகுதிகளில் குளிர்காலங்களில் பனி உறைந்து ஏரியின் பரப்பை மூட, கோடையில் பனி உருகி அதன் பரப்பளவையும், கரையையும் அதிகரிக்கச் செய்யும். ஏரி வாழ் உயிரினங்கள் நீரின் மிகு அழுத்தம், ஆக்சிஜன் குறைவு, தாழ் வெப்ப நிலை இவற்றால் அடித்தள விலங்குப் பொருள்களின் படிவு, ஆறுகளடித்து வரும் வண்டல் களிமண், கால்சியம் கார்போனேட், மிதக்கும் பாசிகளின் படிவு, உடைக்கப்பட்ட கரைகளின் மணல் முதலியவை பயன்படுகின்றன. நிலக்கரித்தூள், மட்கிய இலை, வீழ்படிவு கலந்த களிமண் முதலியவை அடித்தளத்தில் கீழிருந்து மேலாக அடுக்கடுக்காக அமைந்துள்ளன. ஏரிகளின் காலத்தைக் கணிப்பதற்கு இவ்வடுக்கமைவு பெரிதும் பயன்படுகிறது.

வேதிப் பண்புகள். ஆக்சிஜன், மெத்தேன், கார்பன் டைஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்∴பைடு, நைட்ரஜன், சல்∴பர் டைஆக்சைடு, கார்பன் மோனாக்சைடு ஆகியவை நீரில் கரைந்துள்ளன. பச்சைத் தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது வெளியிடும் ஆக்சிஜன் நீரில் கரைந்துள்ளது. ஆகவே நீரில் பச்சையத் தாவரங்களின் செறிவு, நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் அளவை அறுதியிடுகிறது. நீரில் உள்ள ஆக்சிஜன் உயிரிகள் சுவாசிப்பதாலும் கரிமப் பொருள்கள் சிதைவுறு வதாலும் பிற வளிமங்களுடன் சேர்ந்து ஆக்சைடு களாவதாலும் வெப்ப நிலையில் ஒளிமிகு பகுதியிலிருந்து ஆக்சிஜன் வெளியிடப்படுகிறது. கார்பன் டைஆக்சைடு, நேரடிக் காற்று மண்டலத்திலும், கரிமப் பொருள்கள் சிதைவுறும்போதும், உயிரிகள் சுவாசித்தலிலும், கால்சியம் மக்னீசியம் இவற்றுடன் கலந்தும் காணப்படுகிறது. கால்சியம் கார்போனேட்டுகள் வீழ்படிவதாலும் நீர் கலக்கப்பட்டு வெளியிடப்படுவதாலும் வளிம நிலையில் நீர்க் குமிழிகளாக மேற்பரப்பிற்கு எழுந்து உடைந்து காற்று மண்டலத்துடன் சேருவதாலும் இதன் அளவு குறைக்கப் படுகிறது. ஹைட்ரஜன் நீரில் மிகக் குறைந்த அளவில் உள்ளது. அம்மோனியா, மெத்தேன் போன்றவை சிதைவின் போது வெளியிடப்படுகின்றன.

நைட்ரேட், அம்மோனிய உப்பு, சிலிக்கா, பாஸ்∴பரஸ், கால்சியம், மக்னீஷியம், மாங்கனீஸ் கரைந்தும் சிதைந்தும் காணப்படுவதாலும், உப்பு, வளிமம் ஆகியவற்றாலும், நீர் காரத் தன்மைக்கும் அமிலத் தன்மைக்கும் இடையே நடு நிலையிலிருக்கிறது. சில நீர் நிலைகளில் வேதி அடுக்கமைவு காணப்படுகிறது.

நன்னீர் வாழ் உயிரிகள். பெரும்பாலான உயிரிகள் அடித்தளத்தில் வாழ்கின்றன. தேங்கும் நீர்ச்சூழலில் உள்ள உயிரிகளை அடித்தளத்தைச் சார்ந்த உயிரிகள், நீர்ப்பரப்பின் மேல் வாழ் உயிரிகள், மிதவையுயிரிகள், நீர்ப் பரப்பிலுள்ள பூச்சியினங்கள் என்று வகைப்படுத்தலாம். மிதவையுரிகளின் இயக்க உறுப்புகள் வலிவிழந்து காணப்படுகின்றன.

தகவமைப்புகள். நன்னீர் வாழ் உயிரிகளும், தாவரங்களும் சில சிறப்புத் தகவமைப்புகள் பெற்றுள்ளன. நன்னீர் வாழ் உயிரிகள் பெரும்பாலும் கருவுணவு மிகுந்த முட்டைகளிடுகின்றன. இதனால் இவ்வுயிரிகளில் பெரும் பாலும் நீந்தி வாழும் இளவுயிரி நிலை காணப்படுவதில்லை. வறள் நிலை, நீர் அழுக்கடைதல், மிகுவெப்பம் தாழ்வெப்பம் இவற்றைத் தாங்கும் திறன் என்பவை நன்னீர் வாழ் உயிரிகளில் உள்ள வியக்கத்தக்க தகவமைப்புகள் ஆகும். வறள் நிலையைக் கடப்பதற்குப் பெரும்பாலான ஒரு செல் உயிரிகள், வளை தசையுடலிகள் போன்றவை கூடுகளை உருவாக்குகின்றன. இத்தன்மை யினால் ஆழ்நிலையில் ஒவ்வாத காலங்களிலும் அவை தாங்கும் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. ஏற்ற சூழ்நிலை உருவாகும்போது மீண்டும் அவை இயல்பான வாழ்க்கை நிலையை மேற்கொள்கின்றன.

– சரளா தினகர்

துணைநூல். P.S. Verma and V.K. Agarwal, *CellBiology, Genetics and Ecology,* S. Chand and Company Limited, New Delhi, 1981.

தேசியப் பால்வள வாரியம்

இந்தியப் பால்வளத் துறையில் புதிய திருப்பத்தை ஏற்படுத்தும் பொறுப்பை, அன்றைய பாரதப் பிரதமர் லால்பகதூர் சாஸ்திரி 1965இல் தேசியப் பால்வள வாரியத்திடம் ஒப்படைத்தார். அவர் குஜராத்திலுள்ள ஆனந்த் என்னும் இடத்திற்குச் சென்றிருந்தபோது, பால் உற்பத்தியாளர்கள் கூட்டுறவுச் சங்கங்களின் மேல் கொண்டிருந்த ஈடுபாட்டையும் நம்பிக்கையும் கண்டு வியந்து இந்தியாவில் பாலின் தேவையை நிறைவு செய்ய அமுல் போன்ற பால்வள நிறுவன அமைப்பை (மூன்றடுக்குமுறை) நாடெங்கிலும் உருவாக்க விரும்பினார்.

1970ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் அறிமுகம் செய்யப்பட்ட பால்பெருக்கீடு-1 என்னும் திட்டம் மூலம் தேசியப் பால்வள வாரியத்தின் செயல்பாடு, நாட்டிலுள்ள அனைத்துப் பகுதியினருக்கும் தெரிய வந்தது. இத்திட்டம் வெளிநாட்டு நிதி உதவியுடன் சிற்றூர்களில் பால்வளத்தைப் பெருக்க இந்திய அரசால் கொண்டு வரப்பட்டது. இதன் முடிவாக இந்தியக் நிறுவனச் சட்டம் 1956இன் கீழ் இந்தியப் பால்வள நிறுவனம் நிறுவப்பட்டது. இந்நிறுவனம் பால் உற்பத்தியில் விரைவாகவும் படிப்படியாகவும் பல முன்னேற்றங்களைக் காண மிகவும் உதவியாக இருந்தது.

மாநிலங்களில் பால் பெருக்கீட்டுத் திட்டங்களைச் செயல்படுத்தும் நிறுவனமான மாநிலப் பால்வள இணையங்களுக்கு அதற்கான திட்டங்கள், வழிமுறைகள் ஆகியவற்றை உருவாக்க இந்தியப் பால்வள நிறுவனத்திடமிருந்து நிதி உதவிகளைப் பெறுவதற்குத் தேசியப் பால்வள வாரியம் உதவி செய்தது. முனைப்புக் குழுக்களை அனுப்பிச் சங்கங்களைத் தொடங்கவும் புதிய திட்டங்களைத் தயாரிக்கவும் உதவி செய்தது. மேலும், பால் பதப்படுத்தும் நிலையங்களையும் மாட்டுத் தீவனத் தயாரிப்பு மையங்களையும் நிறுவ உதவி செய்தது.

1988இல் நாடாளுமன்றத்தில் நடைமுறைப் படுத்தப்பட்ட தேசியப் பால்வள வாரியத்தின் சட்டம் 1987இன்படி இந்தியப் பால்வள நிறுவனமும், தேசியப் பால்வள வாரியமும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுத் தேசியப் பால்வள வாரியம் என மாற்றப் பட்டது. மேலும், இச்சட்டம், தேசியப் பால்வள வாரியத்தினைத் தேசிய அளவில் ஓர் இன்றியமையா மையமாக்கியது.

தேசியப் பால்வள வாரியத்தின் சாதனைகள்

1970இல் தொடங்கப்பட்ட பால் பெருக்கீட்டுத் திட்டங்களின் நோக்கங்களைச் செயல்படுத்துவதே இதன் குறிக்கோளாகும். தனி மனிதன் உட்கொள்ளும் பாலின் சராசரி அளவான 66 கிராமிலிருந்து 173 கிராம் அளவை எட்டுதல், தன்னிறைவு நிலையை முழுமையாக அடைந்து இந்திய முழுத் தேவையையும் நிறைவு செய்தல், பால்வளக் கூட்டுறவு இயக்கத்தை வெற்றிகரமாகச் செயல்படுத்துதல், பால் உற்பத்தியாளரிடையே தம் உற்பத்திக்கு நிலையான விலை கிடைக்கும் என்னும் நம்பிக்கையை வளர்த்தல், பால்வளத் தொழிற்சாலைகளின் அடிப்படைத் தேவைகளை விரிவு படுத்துவதுடன் அவற்றை நவீனமாக்கல், நகர்ப்புறங்களில் வசிக்கும் மக்களின் அன்றாடப் பால் தேவைகளை நிறைவு செய்தல், அறிவியல் ஆராய்ச்சியின் பயன் பால் உற்பத்தி செய்யும் விவசாயிகளைச் சென்றடையச் செய்தல், பால்வளத் தொழிற்சாலைகளின் கருவிகளை முழுமையாக இந்தியாவிலே தயாரித்தல், சிற்றூர்ப் பால் உற்பத்தியை அதிகரிப்பதுபோன்ற பணிகளுடன் பால்வள வாரியம், தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களை உருவாக்கப் பயிற்சியும் அளித்து வருகிறது. குறிப்பாகப் பால் பதன நிலையங்களைப் பேணுதல், தடுப்பு மருந்துத் தயாரித்தல், உயர்தரக் கரு மாற்ற நுட்பம் செய்தல் போன்றவையும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

சிற்றூர்ப்புறக் கூட்டுறவின் மூலம் இளைஞர்களிடையே சிற்றூர் மேலாண்மைத் திறனை உருவாக்கும் பொருட்டுச் சிற்றூர் மேலாண்மைக் கல்வி நிலையம் ஒன்றைத் தேசியப் பால்வள வாரியம் நிறுவி அதனைச் செம்மையாகச் செயல் படுத்திக் கொண்டிருக்கிறது. பால்வளம் மட்டுமன்றிச் சமையல் எண்ணெய், காய்கறி, பழவகை போன்றவற்றின் உற்பத்தியைப் பெருக்கி, அவற்றிற்கு நியாயமான விலை கிடைக்குமாறு ஆவன செய்து வருகிறது.

- கா.அய்யாதுரை

தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பு

தரமான விதைகளை உற்பத்தி செய்து, உழவர்களுக்கு அளிப்பதில் மிகப் பெரும் பங்கைத் தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்புக் (National Seed Corporation) கொண்டுள்ளது. தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பு ஏற்படக் கூட்டமைப்பின் குறிக்கோள், வளர்ச்சிப்பணி, விதை உற்பத்தித் திட்டங்களின் பணி, விதைத் தரக்கட்டுப்பாட்டு முறை, மாநில விதைக்குழு போன்ற விவரங்கள் இன்றியமையாதவை.

விதை உற்பத்தி, 1960 ஆம் ஆண்டிலிருந்து அறிவியல் வழி மேற்கொள்ளப்பட்டுப் பெருகி வருகிறது. இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் நிலவும் தட்பவெப்பச் சூழ்நிலைகளில் நன்கு வளர்ந்து, கூடுதல் திறனைக் கொடுக்கவல்ல மக்காச்சோள ஒட்டு வகைகள் பயிரிடப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இந்திய ஒருங்கிணைந்த மக்காச்சோள வளர்ச்சித் திட்டமும், ராக்பெல்லர் நிறுவனமும் இணைந்து 1957 ஆம் ஆண்டு இம்முயற்சியில் துணை நின்றன. பின்னர் ஒட்டுவகைத் தானியப் பயிர்களை உற்பத்தி செய்யும் முயற்சி 1960 ஆம் ஆண்டு முதல் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இம்முயற்சியில் பல்வேறு சிக்கல்கள் தோன்றியமையால், விதைகள் உற்பத்தி

செய்வதிலும், தரம் பிரிப்பதிலும், அறிவியல் நுணுக்கங்கள் கடைப்பிடிக்கப்பட்டன. மக்காச் சோளத்தில் ஒட்டுவகைகளை ஒரேமுறை இனக்கலப்பு (Single cross) முறையைப் பின்பற்றி உற்பத்தி செய்ய வேண்டுமென்றும், உற்பத்தியை மாநில அரசுக் கூட்டுறவு நிறுவனம் அல்லது தனிப்பட்ட பண்ணைகள் (private forms) வழி மேற்கொள்ள வேண்டுமென்றும் மைய உற்பத்திக்குழு பரிந்துரைத்தது.

இந்திய அரசு 1973ஆம் ஆண்டில் தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பை வணிகக் கழகச் சட்டத்தின் அடிப்படையில் தோற்றுவித்தது. மக்காச்சோளத்தின் ஒட்டுவகைக்கான அடிப்படை விதைகள் உற்பத்தி செய்தல், மக்காச்சோளம் தவிர, பிற பயிர்களின் அடிப்படை விதைகளை உற்பத்தி செய்தல், சான்றிதழ் அளிக்கப்பட்ட உணவு தானிய விதைகளை மிகுதியான அளவில் உற்பத்திசெய்தல், தரமான விதைகளுக்கு விதைச் சான்றிதழ் அளித்தல், விதை உற்பத்தியின் மேம்பாட்டிற்கான வழிமுறைகளை மேற்கொள்ளல் போன்ற நோக்கங்களைக் கொண்டு தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்புச் செயற்பட்டு வந்தது. அத்துடன் 1966 ஆம் ஆண்டிற்குப் பின்னர், உணவு தானிய வகைகள் தவிரப் பிற பயிர்களிலும் விதை உற்பத்தி செய்து விதைச் சான்றிதழ் அளிக்கும் முறை பின்பற்றப்பட்டது. தேசிய விதை உற்பத்திக் கட்டமைப்பின் வளர்ச்சியில், நீலநிற அட்டை (blue tag), விதைத் தரத்தின் சிறப்பை உணர்த்தும் சின்னமாக விளங்குகிறது. தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் சிறப்பான பணி இந்திய அரசின் சார்பில், தேசிய நல்விதை வழங்கும் திட்டத்தை நடைமுறைப்படுத்துவதைக் கண்காணித்தலும், அடிப்படை விதை மற்றும் சான்றிதழ் பெற்ற விதைகளை உற்பத்தி செய்யும் தொழிற்சாலை, கழகம், கூட்டமைப்பு ஆகியவற்றிற்கு விதைகளைக் கடனாகக் கொடுத்தலும் ஆகும்.

தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் வளர்ச்சிப் பணிகள். விதைகளின் தேவையை அறுதியிடல், திட்டமிடுதல், இணைந்து செயல்பட்டு உற்பத்தி செய்தல், பயிர்களின் அடிப்படை விதைகளை உற்பத்தி செய்தல், காய்கனிகளின் விதைகளைப் பெருக்குதல், மாநில விதைக் கூட்டமைப்புகள் உற்பத்தி செய்யாத விதைகளை உற்பத்தி செய்தல், ஆராய்ச்சி, தரக்கட்டுப்பாட்டினை மேற்கொள்ளல், சேமித்து வைக்கப்பட்ட விதைகளை நன்கு பராமரித்தல், வேளாண் பொறியியல் துறை சார்ந்த அறிவுரைகளை வழங்குதல், மாநிலங்களுக்கு இடையே விதை விற்பனையை மேற்கொள்ளுதல், சான்றிதழ் பெற்ற விதைகளை எடுத்துச் செல்லும்போது பாதிக்கப்படாமல் பராமரித்தல், விதை உற்பத்தியின் வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படும் பயிற்சிகளை அளித்தல், தொழிற்சாலை மேம்பாட்டு நிர்வாகக் குழுக்களை (Industrial Development Cell) ஏற்படுத்துதல், விளம்பரம் மற்றும் விரிவாக்கச் செயல்களை மேற்கொள்ளல் என்பன இக்கூட்டமைப்பின் வளர்ச்சிப் பணிகளாகும்.

தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் மதிப்பீட்டு நிர்வாகக் குழுவின் பணிகள். விற்பனை அங்காடிகளில் பயிர் விதைகளின் தரம், தானியங்களின் நிலை ஆகியவை பற்றி அறிதல், தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் கொள்கை, செயல்களைப் பற்றிச் சீரிய முறையில் விளக்குதல், விதை உற்பத்தி விற்பனையைப் பற்றிய புள்ளி விவரங்களையும், விதை உற்பத்திப் பெருக்கத்தினால் ஏற்பட்ட அருஞ் செயல்களையும் தொகுத்து வைத்தல், விதைகளின் விலை, தேவைகளுக்கு ஏற்ப, விதை உற்பத்தி விற்பனைத் திட்டங்களைத் தெளிவாகக் கூறுதல் (formulation), திட்டங்களை நடைமுறைப்படுத்திய வகைகளைப் பற்றி விரிவாகத் தெரியப்படுத்தல், இடையில் ஏற்படும் சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காணுதல், தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் நிர்வாக இயக்குநர் ஒதுக்கும் இன்றியமையாப் பணிகளை மேற்கொள்ளுதல் என்பன மதிப்பீட்டு நிர்வாகக் குழுவின் பணிகளாகும்.

தேசிய விதை உற்பத்தித் திட்டங்களின் இன்றியமையாப் பணிகள். அடிப்படை விதைகளின் தேவைகளை அறுதியிடல், உற்பத்தியாளர் விதைகளை (breeder seed) உற்பத்தி செய்வதற்கான ஏற்பாடுகளைச் செய்தல், நிறுவனப் பண்ணைகளுக்கு இடையே அடிப்படை விதைகளை ஒதுக்குவதற்கான திட்டமிடுதல், விதை உற்பத்தியாளர்களைப் பண்ணைகளுக்கு அழைத்துச்சென்று பார்வையிடச் செய்தல், தேசிய விதை உற்பத்தி வல்லுநர்கள், விதைகளின் தரம், வழங்கல் பற்றிக் கட்டுப்பாடுகள அமைத்தல், இருப்பில் இருக்கும் அடிப்படை விதைகளைச் சான்றிதழ் பெற்ற விதை உற்பத்தியாளர்களுக்குப் பங்கிட்டுக் கொடுத்தல், சேமிப்பில் இருக்கும் அடிப்படை விதைகளை நன்கு பராமரித்தல் என்பன தேசிய விதை உற்பத்தித் திட்டங்களின் இன்றியமையாப் ப ணிகளாகும்.

விதைத் தரக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள்

உள்நாட்டில் விதைத் தரக் கட்டுப்பாடு. ஒவ்வொரு மாநிலத்திலும் தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் மூலம் விற்பனை செய்யப்படும் விதைகளைக் குறைந்தது 5% அளவில் விதை மாதிரிகள் எடுத்து ஆய்வுக்கூடத்தில் தரத்தைச் சோதித்தல், விதை உற்பத்தியாளர்களின் விதைகளைக் கண்காணித்தல், விதைகளின் தரத்தை

அறுதியிடல், விதைகளின் வளர்ச்சித்திறனை அறிதல் என்பன விதைத் தரக்கட்டுப்பாடு முறைகளாகும்.

பயிற்சி அளித்தல். விதைகளின் தரத்தை உயர்த்து வதற்கான வழிமுறைகளுக்காக, மாநில விதை உற்பத்திச் சங்க அலுவலர்களுக்கும், மாநில அரசு அலுவலர்களுக்கும் தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பின் அலுவலர்களுக்கும் அவ்வப்போது தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பு பயிற்சி அளித்து வருகிறது. புதுடில்லியில் உள்ள இந்திய வேளாண் ஆராய்ச்சிக்கூடமும் (Indian Agricultural Research Institute) இந்திய வேளாண் ஆராய்ச்சிக் கழகமும் (Indian Council of Agricultural Research) இணைந்து பின்வரும் பயிற்சிகளைத் தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பிற்கு அளித்து வருகின்றன.

ஒவ்வொரு நிறுவனத்திலிருந்தும் வரும் புதிய அலுவலர்களுக்கு விதை உற்பத்தியில் புதிய அணுகுமுறைப் பயிற்சி அளித்தல், நிரந்தரப் பணியாளர்களுக்குப் புத்தொளிர் பயிற்சி அளித்தல் (refresher course), விதைகளைத் தரம் பிரித்து அறுதியிடும் அலுவலர்களுக்குப் பணிப்பயிற்சி அளித்தல் (job training),மாநில விதை உற்பத்திப் பேரவைகளில் பணிபுரியும் அலுவலர்களுக்குச் செயல்படுத்தும் முறை, செயல்திட்டமிடல் (policy planning) ஆகியவை பற்றிய குறுகிய காலப் பயிற்சிகளை அளித்தல், களப் பணியாளர்களுக்குச் (field staff) செயல் வடிவான பயிற்சிகளை (practical training) வயல்களில் அளித்தல், ஆராய்ச்சி மற்றும் மேம்பாட்டுப் பணிகளை மேற்கொள்ளல் என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை.

- கா. சிவப்பிரகாசம்.

தேமல் நோய்

இந்நோய், நச்சுயிரியால் பயிர்களில் தோன்றுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட செடியின் பச்சை நிற இலைப் பகுதியின் இடையிடையே இளம் பச்சை நிறப்பகுதிகள் காணப்படுதல் தேமல் நோயின் (mosaic disease) பொதுவான அறி குறியாகும். மஞ்சள் தேமல் நோய், மலட்டுத் தேமல் நோய் ஆகியவையும் பயிர்களில் தோன்றுகின்றன.

புகையிலையில் தேமல் நோய். புகையிலைத் தேமல் நச்சுயுரி உருளை வடிவத்தையும் 30x15 மில்லிமைக்ரான் அளவினையும் உடையது. இந்நச்சுயிரி 94.9% புரதம், 5.1% நியூக்கிளிக் அமிலம், 49.8% மில்லியன் மூலக்கூறு எடை, 3.6 - 4.6 கார-அமிலநிலை (PA) ஆகிய வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

தேமல் நோய்க்குறி

1. மஞ்சள் தேமல் நோயுள்ள ராஸ்பெரி இலை
2. புகையிலைத் தேமல் நோயுள்ள தக்காளிப்பழம்

இலைகளில் அடர்பச்சை நிறமும் இளம் பச்சைநிறமும் கொண்ட பகுதிகள் தோன்றுவதால் அவை போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். இலைப் பகுதி சிறுத்தும், அடியில் சுருண்டும் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் வளர்ச்சி குன்றிக் குட்டையாக இருக்கும். இலைப்பரப்பு சிறுத்தும் பெருத்தும் ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைக் கொண்டுமிருக்கும். இலையின் நடுநரம்பிலிருந்து இருபுறத்திலும் ஒரு பகுதி சிறுத்தும் ஒரு பகுதி பெருத்தும் காணப்படும். சில இலைகளில் இலைப்பரப்பு முழுதுமே வளராமல் நரம்பு மட்டும் காணப்படும். இத்தோற்றம் எலி வால் அமைப்பைப் போன்றிருக்கும்.

நோய்கண்ட செடியின் பகுதிகள் நிலத்தில் தங்கியிருந்தால் அவற்றில் நச்சுயிரிகள் தங்கியிருக்கும். அவை காய்ந்த செடியின் பகுதிகளிலும் 25 ஆண்டுகள் வரை தங்கியிருந்து நோயினைப் பரப்பும் ஆற்றல் பெற்றவை. அவை நிலத்தில் பணியாற்றுபவர் மூலமும் கருவிகள் மூலமும் நோய்கண்ட செடிகளிலிருந்து பிற செடிகளுக்குப் பரவும். பூச்சிகளின் வழியாகப் பெரும்பாலும் இந்நோய் பரவுவதில்லை. ஆயினும் வண்டுகளால் ஓரளவு பரவுவதாக அறிய முடிகிறது. இந்நோய் தக்காளி விதைகளின் மூலம் தக்காளிச் செடிகளுக்குப் பரவுகிறது. நச்சுயிரி காய்ந்த புகையிலை, சுருட்டு, சிகரெட் போன்றவற்றிலும்கூட அழியாமல் இருந்து பிற இடங்களுக்குப் பரவுகிறது. பீட்கிழங்கு, சீமை அவரை, தக்காளி, கத்தரி, ஊமத்தை, மிளகாய், மணித்தக்காளி போன்ற பிற செடிகளையும் இந்நச்சுயிரி தாக்குகிறது. மூக்குத்திப் பூண்டு என்னும் களையின் மூலமும் இந்நோய் பரவுகிறது. நோய் கண்ட பகுதிகளை நிலத்திலிருந்து அகற்றி எரித்துவிடுதல் நல்லது. நோயுண்ட செடியைத் தொட்டபின் பிற செடிகளைத் தொடாமலிருந்தால் நோய் பரவுதலைத் தவிர்க்கலாம்.

பச்சைப் பயிற்று மஞ்சள் தேமல் நோய். தேமல் நச்சுயிரி, பச்சைப்பயிரில் இந்நோயினை ஏற்படுத்துகிறது. உளுந்து, சோயாமொச்சை, துவரை, கொள்ளுப் போன்ற மஞ்சள் தேமல் நோயினை ஏற்படுத்துகிறது. இளம் இலைகளில் மஞ்சள் நிறப்புள்ளிகள் தோன்றுதல் முதல்

அறிகுறியாகும். பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் சிறுத்திருக்கும். நோய் உண்டான பின்பு தோன்றும் இலைகளில் அடர் மஞ்சள் நிறப்பகுதிகள் பச்சை நிறப் பகுதிகளுக்கிடையில் காணப்படும். நாளடைவில் மஞ்சள் நிறப்பகுதிகள் பெரியவையாய் இலையின் பெரும்பகுதியையோ முழுப் பகுதியையுமோ மஞ்சளாக்கிவிடுகின்றன. தொடக்கத்திலேயே செடி பாதிக்கப்பட்டால் வளர்ச்சி குன்றிக் குட்டையாகிவிடும். பாதிக்கப்பட்ட செடிகளில் பூக்கள் குறைவதுடன் சில, சிறிய காய்களே உண்டாகின்றன. காய்கள் முதிர்ச்சியடைவதும் தாமதமாகிறது. நோய் தீவிரமாகத் தோன்றினால் காய்களும் மஞ்சள் நிறமாகிவிடுகின்றன. விதைகள் சிறியவவையாகவும் சுருங்கியும் மஞ்சளாகவும் காணப்படும்.

வெள்ளைப் பூச்சிகள் இந்நோயினைப் பரப்புகின்றன. மருள் ஊமத்தை என்னும் களைச் செடியிலும் இந்நோய் தோன்றுகிறது. நோய் கண்ட செடிகளிலிருந்து கிடைத்த விதைகளைப் பயிரிடப் பயன்படுத்துதலைத் தவிர்க்க வேண்டும். நுவக்ரான் 0.1% அடர்த்தியில் பயிரில் தெளித்து இந்நோயினைப் பரப்பும் வெள்ளை ஈக்களைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

துவரையில் மலட்டுத் தேமல் நோய். இந் நோய் துவரை மலட்டுத் தேமல் நச்சுயிரியால் துவரைச் செடியில் தோன்றுகிறது. முதலில் இலை நரம்புகளைச் சுற்றி வெளுத்து மஞ்சளாகக் காணப்படும். நாளடைவில் இலைப் பகுதிக்கிடையே மஞ்சள் நிறப் பகுதிகள் தோன்றித் தேமல் தோற்றம் ஏற்படும். இலைகளில் அடர்பச்சை நிறமும் இளம்பச்சை நிறமும் மாறி மாறிக் காணப்படும். இலைகள் சுருங்குதல், இலைப்பரப்புக் குறைதல், கிளைகளில் கணுக்கள் குறைதல், பாதிக்கப்பட்ட செடி முழுதும் குட்டையாக இருத்தல் போன்ற அறிகுறிகளும் காணப்படும். இளஞ்செடிகள் நோயினால் பாதிக்கப்பட்டால் செடிகள் வளர்ச்சி குன்றிக் கட்டையாக இருக்கும். இலைகள் அடர்த்தியாக அருகருகே உள்ளமையால் செடியின் தலைப்பகுதி புதர் போன்று காட்சியளிக்கும். அத்தகைய செடிகள் மலட்டுத்தன்மை பெறுவதால் பூக்கள் உண்டாவதில்லை. செடிகள் வளர்ந்த பிறகு நோயினால் பாதிக்கப்பட்டால் தேமல் அறிகுறி மட்டும் காணப்படும். பயிர்ச் சிலந்தியால் இந்நோய் பரவுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட செடிகளைக் களைந்து அழித்துவிடுவதால் நோய், பயிர்ச் சிலந்தியால் பிற செடிகளுக்குப் பரவுதல் தவிர்க்கப்படுகிறது. மோனோ குரோட்டோ.்.பாஸ் 0.05% அடர்த்தியில் பயிரில் தெளித்து நோயினைப் பரப்பும் பயிர்ச் சிலந்திகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். K.M. Smith, *A Text Book of Plant Virus Diseases*, J and A Churchill Ltd., London, 1957.

தேய்மானம்

உராய்வினால் ஒரு திண்மப் பரப்பிலிருந்து சிறிதளவு பொருள் நீங்குவதைத் தேய்மானம் (wear) என்பர். தேய்மானம் நான்கு வகைப்படும். அவை ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானம் (adhesive wear), தேய்ப்புப் பொருள் தேய்மானம் (abrasive wear), அரிமானப் பொருள் தேய்மானம் (corrosive wear), பரப்பு அயர்வு தேய்மானம் (surface fatigue wear) என்பன.

ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானம். இது எளிய வகைத் தேய்மானமாகக் கருதப்படுகிறது. உராயும் பரப்புகளுக் கிடையே சந்திகள் எனும் ஒட்டுப்பொருள் இணைப்புப் பகுதிகள் உண்டாகும்.

ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானத்தின் கன அளவு $V = \frac{KLx}{3P}$, இதில் V என்பது ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானத்தின் கூடுதல் கன அளவாகும். K என்பது தேய்மானக் குணகம் எனப்படும் பரிமாணமற்ற மாறிலி, ஆகும், x என்பது உராய்வு தொகு தொலைவாகும், P என்பது பரப்பின் ஓரவெட்டுக் (indentation) கடினத்தன்மை ஆகும். காண்க :

அட்டவணை 1

ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானத்திற்கான K - இன் மதிப்புகள்

பரப்பின் நிலை	உலோகத்தின் மேல் உலோகம்	உலோகத்தின் இராத மேல் உலோகம் இராத பொருள் (non metal) அல்லது உலோகம் இராத பொருள் மேல் உலோகம் இராத பொருள்
தூய்மை	10^{-2} - 10^{-4}	10^{-5}
திறனற்ற உயவிலிருந்து நல்ல (fair) உயவு வரை	10^{-4} - 10^{-6}	3×10^{-6}
நல்ல உயவு	10^{-6} - 10^{-8}	10^{-6}

ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானம். தேய்மானமற்ற முறை இழப்பு (wear-out mode), பற்றுகை முறை இழப்பு (seizure mode) எனும் இரண்டு இழப்புகளையும் உண்டாக்கும். பற்றுகை முறை இழப்பில் தேய்மானப் பொருள்கள் அளவில்

பெரியவையாக உள்ளமையால் நெருக்குதல் (jamming) உண்டாகும்.

தேய்ப்புப் பொருள் தேய்மானம். ஒரு மென்மையான பரப்பின் மேல் ஒரு கூரான கடினத் தேய்ப்புப் பொருள் உராயும் போது இத்தேய்மானம் உண்டாகும். இதனால் பரப்பின் மேல் ஒரு வரிப்பள்ளம் (groove) உண்டாகும். ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானத்தில் கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாடு தேய்ப்புப்பொருள் தேய்மானத்திற்கும் பொருந்தும். அதற்கான K- இன் மதிப்புகள் அட்டவணை 2 இல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானத்தோடு ஒப்பிடும்போது தேய்ப்புப் பொருள் தேய்மானத்திற்குக் குணக மதிப்பு மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

அட்டவணை 2

தேய்ப்புப் பொருள் தேய்மானத்திற்கான K-இன் மதிப்புகள்:

முறை	K-இன் மதிப்பு
கூரான அரம்	2×10^{-1}
உப்புத்தாள்	5×10^{-2}
தளர்ந்த தேய்ப்புப் பொருள் துகள்கள்	5×10^{-3}
பளபளப்பூட்டல்	5×10^{-4}

அரிமானப் பொருள் தேய்மானம். உராயும் பரப்பு அரிமானப் பொருள் தேய்மானம் நிகழும். இத்தேய்மானத்தில் மென்மையான அரிமானப் பொருள் சூழலில் இருக்கும் பரப்புகளுக்கு K- இன் மதிப்பு 10^{-5} விற்கும் குறைவாகவும், கடின அரிமானப் பொருள் சூழலில் இருக்கும் பரப்புகளுக்கு K- இன் மதிப்பு 10^{-2} விற்கும் மிகுதியாகவும் இருக்கும்.

பரப்பு அயர்வு தேய்மானம். இவ்வகைத் தேய்மானம் கன சுமையேற்றப்பட்ட பற்சக்கரங்களின் பற்கள் போன்ற எந்திரப் பரப்புகள் மேல் நிகழும். இவ்வகைத் தேய்மானம் மணித் தாங்கிகள், தண்டவாளங்களின் மேல் செல்லும் சக்கரங்கள் (wheels on rails), பற்சக்கரங்கள் போன்றவற்றில் மிகுதியாக நிகழ்கிறது. எந்திரப் பரப்புகளில் விரிசல்கள் (cracks) உண்டாவதாலும், அவை விரிவடைவதாலும் இவ்வகைத் தேய்மானம் நிகழும்.

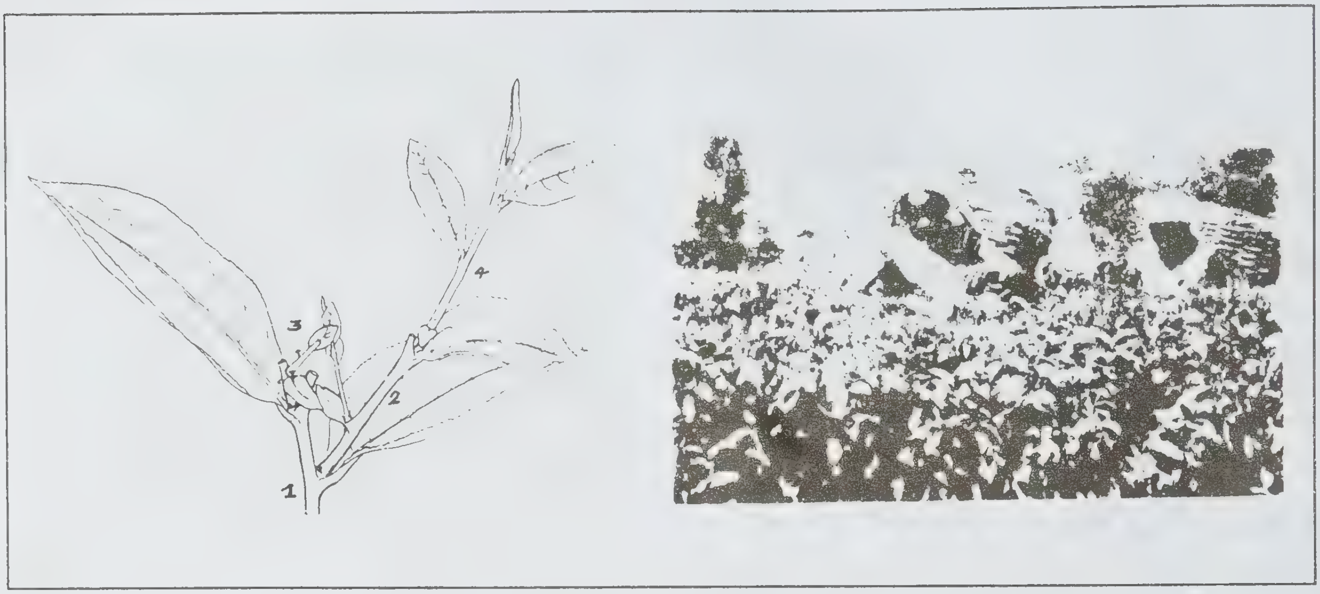
பயன்கள். விவரங்களைப் பதிவு செய்ய உதவும் பென்சில் மற்றும் தாள், சுண்ணக்கட்டி (chalk), கரும்பலகை போன்றவை தேய்மான இயங்கமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. திண்மப் பரப்புகளை உண்டாக்கும் துருவல், உப்புத் தாளிடுதல், மண் ஊதல் போன்ற முறைகளில் தேய்மானம் தேவைபடுகிறது. நழுவும் அமைப்புகளில் இயக்கம், எந்திரம் பழுதடைதல், விபத்துகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி அறியவும் தேய்மானம் பயன்படுகிறது. எந்திரங்கள் பழுதடையும் போதும் ஊர்திகள் விபத்திற்குள்ளாகும்போதும் குறிப்பிட்ட இடங்களில் தேய்மானம் ஏற்பட்டுள்ளதா என்பதை நோக்குவர். காண்க : உராய்வு, சாணை பிடித்தல்.

- இரா. இந்து

தேயிலை

இதன் தாவரப்பெயர் கேமல்லியா சைனென்சிஸ் *(Camellia Sinensis)* என்பதாகும். தியா சைனென்சிஸ் *(Thea Sinensis)*, தியா போஹியா *(Thea bohea)*, தியா விரிடிஸ் *(Thea viridis)*, கேமல்லியா தியா *(Camellia thea)*, கேமல்லியா தீ ஃபெரா *(Camellia theifera)* என்றும் இதற்குப் பல பெயர்கள் உண்டு. தேயிலை தியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. முன்பு இக்குடும்பத்திற்கு டெர்ன்ஸ்ட்ரோமியேசி என்னும் பெயர் இருந்து வந்தது. தேயிலையின் பிறப்பிடம் சீனா. இது பின்பு தென்கிழக்குச் சீனா, இந்தோசீனா மற்றும் இந்தியாவிலுள்ள அசாமிற்குப் பரவியது. தற்போது வெப்ப மண்டல மற்றும் மிதவெப்ப மண்டல நாடுகளில் இதைக் காணலாம். சீனாவிலிருந்து தேயிலை இந்தியாவிற்கு எடுத்துவரப்பட்டு 1818-1934ஆம் ஆண்டுகளில் நீலகிரியிலுள்ள கேததி என்னுமிடத்தில் இருந்த ஆராய்ச்சிப் பண்ணையில் முதன் முதல் பயிரிடப்பட்டது.

வணிக அளவில் தேயிலை உற்பத்தி 1836ஆம் ஆண்டிலிருந்தே தொடங்கியது. ஜாவாவில் 1690ஆம் ஆண்டு முதல் தேயிலை வளர்க்கப்பட்டபோதும் ஜப்பானில் 1824ஆம் ஆண்டு முதற்கொண்டுதான் வணிக அளவில் தேயிலை உற்பத்தியாகியது. இலங்கையில் 1870ஆம் ஆண்டில் காஃபிக்குப் பதிலாகத் தேயிலையை வளர்க்கத் தொடங்கினர். ரஷ்யாவில் 1846ஆம் ஆண்டில் தேயிலையை வளர்க்கத் தொடங்கினர். உலகில் தேயிலையை ஏறக் குறைய 30 நாடுகள் உற்பத்தி செய்கின்றன.



தேயிலை (*Camellia sinensis*)

தேயிலைப் பறிக்கும் முறை

1. தாய்த்தண்டு 2. முதல் வரிசைப் பக்கக்கிளை, 3, 4. இரண்டாம் வரிசைப் பக்கக் கிளைகள்

இந்தியாவே தேயிலை உற்பத்தியில் முதலிடம் பெறுகிறது. இந்தியாவில் அசாம், மேற்குவங்காளம், கேரளா, தமிழ்நாடு, கர்நாடகம் ஆகிய மாநிலங்களில் பெரும் பரப்பில் தேயிலை சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. திரிபுரா, இமாசலப் பிரதேசத்திலும் கூடத் தேயிலைப் பயிரை வளர்க்கிறார்கள். தமிழகத்தில் நீலகிரி, கோயம்புத்தூர், மதுரை, திருநெல்வேலி, கன்னியாகுமரி ஆகிய மாவட்டங்களில் தேயிலை சாகுபடியாகிறது.

இலங்கையும் இந்தியாவும் மற்ற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யும் முக்கியமான நாடுகள் ஆகும். சீனா, இந்தோனேஷியா, கென்யா, தைவான், மொசாம்பிக், ஜப்பான், ரஷ்யா, அர்ஜன்டைனா, உகாண்டா, தான்சானியா ஆகிய நாடுகளும் தேயிலையை ஓரளவு ஏற்றுமதி செய்கின்றன. அமெரிக்காவும், இங்கிலாந்தும் தேயிலையைப் பெருமளவில் இறக்குமதி செய்கின்றன. ஆஸ்திரேலியா, ஈராக், எகிப்து, கனடா, தென்னாப்பிரிக்கா, மொராக்கோ, நெதர்லாந்து ஆகிய நாடுகளும் தேயிலையை இறக்குமதி செய்வதில் குறிப்பிடத்தக்கவை.

செடி. தேயிலை இலையுதிராச் செடி. இது தானே இயற்கையில் வளரும்போது 9-15 மீ. வரை குறுமரமாக வளரும். சீனத் தேயிலை சற்றுக் குட்டையானது. தோட்டங்களில் பயிர் செய்வோர் இதைக் கவாத்துச் (Pruning) செய்து 0.5 - 1.5 மீ. உயரத்திற்குள்ளேயே வைத்திருப்பர். எனவே தேயிலைத் தோட்டங்களில் இச்செடி புதர் போல வளர்ந்திருக்கும். இதற்கு உறுதியான ஆணிவேரும் பல பக்கவேர்களும் உண்டு. இலைமொட்டுகளும் கணுவிடைப்பகுதியும் பளபளப்பாகவோ மயிருடனோ இருக்கும். மாற்றொழுங்கில் அமைந்திருக்கும். இலைகள் அடர் பச்சை நிறமாகும். தலைகீழ் முட்டை அல்லது ஈட்டி வடிவானவை; தோல் போன்றவை; இலை மேற்பரப்பு பளபளப்பாக இருக்கும். இலையின் கீழ்ப்பரப்பில் ஆங்காங்கே மயிர் காணப்படும். இலைகளின் ஓரம் ரம்பப் பல் போன்றது. 3 - 30 செ.மீ. நீளமானது. இலைத்துளை இலையின் கீழ்ப்பரப்பில் மட்டுமே காணப்படும்.

பூக்கள் இலையின் கக்கங்களில் உண்டாகும். கக்கத்திற்கு ஒரு பூவே இருக்கலாம் அல்லது 2 - 4 பூக்கள் சிறு கொத்தாகவும் அமையலாம். பூக்கள் வெண்மையானவை; நறுமணமுள்ளவை; சிறு காம்புள்ளவை; இருபாலினப் புல்லி இதழ்கள்; 5 - 7 ஒழுங்காகத் தழுவு அடுக்கில் அமைந்திருக்கும். இவை உதிராமல் கனியிலும் நிலைத்திருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 5 - 7 தழுவு அடுக்கில் அமைந்து வெள்ளை அல்லது இளஞ்சிவப்புச் சாயலுடன் இருக்கும். தலைகீழ் முட்டை வடிவானவை.

மகரந்தத்தாள்கள் பல. இரண்டு திசுவறைகளைக் கொண்ட மஞ்சள் நிற மகரந்தப்பைகள் உள்ளன. சூல்பையில் 1 -4 சூலறைகள் இருக்கும். அறைக்கு 1 -3 விதைகள் உண்டு. சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூலகமுடி 3 - 5 ஆகப் பிரிந்திருக்கும். வெடிகனி, பழுப்புக் கலந்த பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். மகரந்தச் சேர்க்கை பூச்சிகளினால் உண்டாகிறது. அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையின் மூலம் 8% விதைகள் உண்டாகின்றன. விதைகள் குறைந்த நாளுக்கே முளைப்புத் திறனுடன் உள்ளன.

தேயிலையில் கேமல்லியா சைனென்சிஸ் வகை சைனென்சிஸ் *(Camellia Sinensis var Sinensis)* என்னும் சீனத்தேயிலை, கேமல்லியா சைனென்சிஸ் வகை அசாமிகா *(Camellia Sinensis var assamica)* என்னும் அஸ்ஸாம் தேயிலை என இரு வகைகள் உண்டு. இதன் இலைகள் சிறியவை; பூக்கள் தனித்தனியாகக் காணப்படும். குளிர்ச்சியைத் தாங்கி வளரும் இத்தேயிலையிலிருந்து குறைவான விளைச்சலே கிட்டுகிறது. அசாம் தேயிலையின் இலைகள் பெரியவை. பூக்கள் 2-4 மஞ்சரியாக உண்டாகி யிருக்கும். இது வெப்ப மண்டலத்திற்கு ஏற்ற வகையாகும்.

சாகுபடி முறை. தேயிலைச் சாகுபடி மித வெப்பமண்டல நாடுகளிலும் வெப்பமண்டல நாடுகளின் மலைப்பகுதிகளிலும் செய்யப்படுகிறது. நில நடுக்கோட்டுப் பகுதிக்கருகிலுள்ள மலையில் 1200 - 1800 மீ. உயரத்தில் தேயிலைச் செடி நன்கு வளருகிறது. இது உறைபனியைத் தாங்கி வளர்வதில்லை. சீரான வெப்பமும், காற்றின் மிகு ஈரப்பதமும் தேயிலை உற்பத்திக்கு ஏற்றவை. சீனத் தேயிலை ஓரளவு குளிரான சூழ்நிலையைத் தாங்கி வளரும். இமயமலை அடிவாரத்தில் பயிராகும் தேயிலை தரமானது. புயல் காற்றினால் தேயிலை விளைச்சல் குறையும். கெட்டிமண் அற்ற நிலமும், வேரடியில் மழைநீர் தேங்காத வடிகால் வசதியும், சுண்ணாம்புச்சத்துக் குறைந்த, தழைச்சத்து, மணிச்சத்து, சாம்பல் சத்து, இரும்புச் சத்து, மாங்கனீஸ் சத்து நிறைந்த மண்ணும் தேயிலைச் சாகுபடிக்கு ஏற்றவை. வெதுவெதுப்பும் ஈரமுமான தட்பவெப்பநிலையுள்ள எந்தப் பகுதியிலும் இது வளரும். செடி நேரடியாகச் சூரிய ஒளியில் இருப்பதைவிட நிழலில் இருந்தால் நன்றாக வளர்ந்து பயன் தரும்.

ஒரு செடியில் விதை உண்டாவதற்கு ஏறக்குறைய 4 - 12 ஆண்டுகள் ஆகின்றன. விதைகளைச் சேகரித்த ஒரு சில நாளிலேயே விதைத்துவிட வேண்டும். தொலைவான இடங்களுக்கு ஈரமான கரித்தூளில் விதையை எடுத்துச் செல்வது வழக்கம். விதைகளை 30 நிமிடங்களுக்கு $52^{0}c$ வெப்பநிலையில் வைத்திருத்தல் முளைப்புத் திறனைக் கூட்டுவதுடன் துளைக்கும் புழுக்களையும் அழிக்கும். நன்கு தயாரிக்கப்பட்ட நாற்றங்காலில் நிழல் பகுதியில் மிகுகாற்றிராப் பகுதியில் விதைகளை விதைத்து நீருற்றி வளர்த்து மூன்றாண்டு வயதுடைய நாற்றுகளே நடுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொன்றுதொட்டு இம்முறையில் தான் தேயிலை இனப்பெருக்கம் செய்யப்பட்டது.

தற்போது பதியன் நாற்றுகளைப் பயன்படுத்துதல் உயர் விளைச்சலைத் தருவதாகக் கண்டுள்ளனர். விதை நாற்றுகளால் உண்டாக்கப்பட்ட தோட்டங்களில் உள்ள அனைத்துச் செடிகளும் ஒரே வகையாக இருப்பதில்லை. மேலும் அனைத்துச் செடிகளும் ஒரே விளைச்சலைக் கொடுப்பதில்லை. ஆனால் ஒரே தாய்ச் செடியிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட பதியன் நாற்றுகள் ஒரே வகையான விளைச்சலையும் தரத்தையும் கொண்டிருக்கும்.

பதியன் நாற்றுத் தயாரிப்பு. தேயிலைச் செடியைக் கவாத்திற்குப் பிறகு நன்றாக வளரவிட்டு அதில் தோன்றும் கிளைகளிலிருந்து ஓர் இலையுடன் கூடிய தண்டை வெட்டி எடுத்துப் பதியன் போட்டு, செடியாக வளர்ந்த நாற்றையே பதியன் நாற்று என்பர். உரிய அளவில் சத்து உரங்கள் இடப்பட்டுக் கவாத்துச் செய்யப்பட்டிருக்கும் நல்ல தாய்ச்செடியிலிருந்து காலையில் வெட்டிய துண்டுகளை எடுக்க வேண்டும். தாய்ச்செடியிலிருந்து கிளைகளை எடுப்பதற்கு 3 அல்லது 4 திங்களுக்கு மேல் கவாத்து அல்லது மேசைக் கவாத்துச் செய்ய வேண்டும். பின்னர் இளம் கிளைகள் எடுப்பதற்கு 3 வாரங்கள் இருக்கும்போது ஒவ்வொரு கிளையின் நுனி அரும்பையும் இரண்டு இலைகளையும் கிள்ளிவிட வேண்டும்.

இளங்கிளைகளை வெட்டி எடுப்பதற்கு 21 நாள் இருக்கும்போது 1% துத்தநாக சல்ஃபேட் கரைசலைத் தெளிக்க வேண்டும். இதன் பின்னர் 7 நாள் இடைவெளியில் 2 முறை 1% யூரியாக் கரைசலைத் தெளிக்க வேண்டும். நாற்றெடுக்கும் ஒவ்வொரு முறையும் 60 : 90 கலவை உரத்தைச் செடியின் வயதிற்கேற்ப இடவேண்டும். மொட்டும் 2 இலைகளும் அமைந்துள்ள தண்டில் ஓர் இடைக்கணு உள்ள பச்சையான தண்டைச் சாய்வாக நறுக்கி வெட்டுத் துண்டாகப் பயன்படுத்துவதுண்டு. வெட்டிய துண்டுகளை உடனே நடலாம் அல்லது நீரில் போட்டு வைத்திருக்கலாம். இவற்றை உலராமலிருப்பதற்காகப் பாலித்தீன் பைகளில் எடுத்துச் சென்று நாற்றங்காலில் ஒரு குச்சியால் துளை செய்து நட்டுப் பாலித்தீன் கூடாரம் அமைக்க வேண்டும். கிளையின் நுனியில் உள்ள மென்மையான பகுதியையும் அடிப்பகுதியில் உள்ள முற்றிய செங்காம்புப் பகுதியையும்

பயன்படுத்தக்கூடாது. நடுப் பகுதியில் உள்ள முற்றிய, பசுமை நிறமுள்ள பகுதியே வெட்டுத்துண்டாக எடுப்பதற்குச் சிறந்தது.

பதியன் நாற்றுகள் தயாரிப்பதற்கு மண்-மணல் கலவை தேவை. தேயிலை வெட்டுத்துண்டுகள் நன்கு வேர் துளிர்ப்பதற்கு மண்-மணல் கலவையின் அமில - கார நிலை 4.8 - 5.0 க்குள் இருக்க வேண்டும். வெட்டுத் துண்டுகளை நடுவதற்கு முன் நாளும் பாத்தியில் நீர் விட்டுப் பாலித்தீன் தாளினால் மூடி வைக்க வேண்டும். வெட்டுத்துண்டின் இலைக்காம்பு மண்ணில் படாதவாறு நடவேண்டும். 10-15 நாளுக்கு ஒருமுறை நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். அளவுக்கு மேலாகவோ குறைவாகவோ நீர் ஊற்றக்கூடாது. 10 - 12 வாரங்களில் வெட்டுத்துண்டுகளில் வேர் தோன்றும். வேர் வந்த பின் பாலித்தீன் தாளை வெயிலற்ற காலை, மாலை வேளைகளில் நாளும் சிறிது நேரம் திறந்து வைக்க வேண்டும். 10 - 15 நாள்களுக்குப் பின் பாலித்தீன் தாளை முற்றிலும் அகறறிட வேண்டும். நன்கு வேர்கள் பிடிப்பதற்கு முன் பாலித்தீன் கூடாரத்தை திறந்துவிடக்கூடாது. நாற்றுகளில் வேர் வந்தவுடன் உரமிட வேண்டும்.

நடவு முறை. காடுகளில் உள்ள மரங்களை வெட்டிய பின்னரே நடப்போகும் நாற்றுகளுக்குக் குழிகளை வெட்டுவர். இஞ்சிப்புல் போன்ற வேர்விட்டு நிலைத்திருக்கும் புற்களையும் தோண்டி எடுத்துத் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். சதுர, முக்கோண நடவுமுறைகள் முன்பு கடைப்பிடிக்கப்பட்டு வந்தன. தற்போது ஒற்றை வரிசை நடவு முறையும் (single hedge system) இரட்டை வரிசை நடவு முறையும் கடைப்பிடிக்கப்படுகின்றன. நடும்போது பாலித்தீன் பையில் எந்த மட்டம் வரை தண்டுப்பகுதி இருந்ததோ அதே மட்டம் வரை மட்டுமே குழிகளில் பதியன்களை நடவேண்டும். நட்ட பின்பு தண்டைச் சுற்றிலும் மண்ணை நன்றாகக் காற்றுப் புகாதபடி அழுத்திவிட வேண்டும். நட்டபின் சணப்பை, கொளிஞ்சிப் போன்றவற்றை அருகில் விதைத்தோ, இலை தழைகளைச் சீராகப் பரப்பியோ ஈரத்தைப் பாதுகாக்க வேண்டும். நாற்றுகள் நன்கு வேர் பிடித்து வளர்ந்ததும் தேயிலைச் செடி இலைகளைப் பறிப்பதற்கு ஏற்றவாறு படர்ந்து வளர இளஞ்செடிக்கு மட்டம் ஒடித்தல் வேண்டும்.

கவாத்துச் செய்வதும் மட்டம் ஒடித்தலும். தேயிலையில் கவாத்துச் செய்தலும் மட்டம் ஒடித்தலும் இன்றியமையாதவை. செடியின் தண்டு, கிளைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் வெட்டுவது கவாத்து எனப்படும். தேயிலையில் எப்போதும் இளந்தளிர்கள் தொடர்ந்து கிடைக்கவும், இலை பறிக்கும் மட்டத்தை வசதியான உயரத்தில் வைத்திருக்கவும், பூச்சி மற்றும் நோய்களால் தாக்கப்பட்ட கிளை, முடிச்சு, பின்னல் மற்றும் பட்டுப்போன தண்டுப் பகுதிகளை நீக்கிப் புதிய கிளைகள் வளரச் செய்வதற்கும் கவாத்துச் செய்யப்படுகிறது.

தேயிலைச் செடியின் வளர்ச்சி அது வளரும் இடத்தின் கடல் மட்ட உயரத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப்பின் செடியில் இலை உற்பத்தியின் அளவு குறைந்து இளம் தளிர்களுக்குப் பதில் வஞ்சிக் கொழுந்தும் பூச்சிகளும் தோன்றுவதால் விளைச்சல் குறைகிறது. எனவே தொடர்ந்து இளந்தளிர்களை உற்பத்திச் செய்வதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் கவாத்துச் செய்வது இன்றியமையாதது. இவ்வாறு இரண்டு கவாத்துகளுக்கு இடையே உள்ள கால இடைவெளிக்குக் கவாத்துச் சுழற்சி (pruning cycle) என்று பெயர். இச்சுழற்சி, தோட்டம் கடல் மட்டத்திலிருந்து அமைந்துள்ள இடத்தின் உயரத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

கவாத்து வகைகள். கவாத்துச் செய்வதில் பல முறைகள் உள்ளன. தேயிலைச் செடியின் உயரம், வாதுகளின் அமைப்பு, சென்ற முறை கவாத்துச் செய்த உயரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துத் தரைமட்டத்திலிருந்து தேயிலைச் செடி வெட்டப்பட்ட உயரம் மாறுபடுகிறது. இந்த உயரத்தைப் பொறுத்துக் கவாத்தை ஐவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். தரைமட்டத்திலிருந்து 30 செ.மீட்டருக்குக் கீழ் வெட்டப்பட்டால் புனர் அமைப்புக் கவாத்து என்றும், 30 - 45 செ.மீ. உயரத்தில் வெட்டப்பட்டால் அடிக்கவாத்து என்றும், 45 - 55 செ.மீ. உயரத்தில் வெட்டப்பட்டால் நடுத்தரக் கவாத்து என்றும் 55-65 செ.மீ. உயரத்தில் வெட்டப்பட்டால் மேல் கவாத்து என்றும், 65 செ.மீட்டருக்கு மேல் வெட்டப்பட்டால் வீச்சுக்கவாத்து என்றும் கூறப்படும்.

புனர் அமைப்புக் கவாத்தில் பூச்சி, நோயால் பாதிக்கப்பட்ட அழுகிய காய்ந்த இலைகள் அனைத்தும் வெட்டி அகற்றப்படுகின்றன. சீனத் தேயிலையில் தரை மட்டத்திலிருந்து 20 செ.மீட்டரும், அசாம் தேயிலையில் 30 செ.மீட்டருக்குள்ளும் செடி வெட்டப்படுகிறது. பூச்சி நோயினால் பாதிக்கப்பட்டுக் குறைவான இலை விளைச்சல் தரும் தேயிலைத் தோட்டங்களில் இக்கவாத்துச் செய்யப் படுகிறது. இளம் தேயிலையை முதல் முறை கவாத்துச் செய்வதற்கு அடிக்கவாத்து முறை பின்பற்றப்படுகிறது. இதனால் பக்க வாதுகளி ன் எண்ணிக்கை அதிகரித்துச் செடியில் இலைப் பறிக்கும் பரப்பை அதிகரிக்க முடியும். தேயிலைத் தோட்டத்தில் துணை வாதுகள் திண்மையாக இராவிடினும் இவ்வகைக் கவாத்துச் செய்யப்படுகிறது. நடுத்தரக் கவாத்தும், மேல் கவாத்தும் தேயிலைச் செடியின்

முதன்மை வாது (primary wood) துணை வாது (secondary wood) ஆகியன உறுதியாகவும், முடிச்சு, பின்னல் இராத உயரமாகவும் இருக்கும்போது செய்யப்படும். இதனால் கவாத்துச் செய்த 2 அல்லது 3 திங்களுக்குள் செடிகள் தழைத்து ஒடிக்கும் உயரத்தை அடைவதால் குறுகிய காலத்தில் இலைகளைப் பறிக்கலாம். இலை பறிக்கும் மட்டம் மிகவும் உயரமாக இருக்கும்போது அதனைச் சற்றுக் குறைக்கவும், தவிர்க்க முடியாத சில காரணங்களால் குறிப்பிட்ட ஆண்டில் கவாத்துச் செய்ய முடியாத நிலையில் கவாத்துக் காலத்தைச் சற்றுத் தள்ளிப் போடவும். வீச்சுக் கவாத்துச் செய்யப்படுகிறது. சீனத் தேயிலையில் 4 ஆண்டு இடைவெளியிலும் அசாம் தேயிலையில் 6 ஆண்டு இடைவெளியிலும் கவாத்துச் செய்யலாம்.

கவாத்துச் செய்த தோட்டங்களில் பின்செய் நேர்த்தி. புனர் அமைப்பு, அடிக்கவாத்துச் செய்த தோட்டங்களில் பெரிய தண்டுகளின் வெட்டு முகத்தைப் போர்டோப் பசை அல்லது தாமிர ஆக்சிக் குளோரைடு ஆலிவ் எண்ணெய் கலந்த பசையைத் தடவுதல் வேண்டும். தேயிலைச் செடியின் தண்டுப் பகுதியில் காணப்படும் பாசி மற்றும் லைக்கன்களை அகற்றுவதற்குக் கவாத்துச் செய்தவுடன் வாதுகளின் மீது சுண்ணாம்பைத் தெளிக்க வேண்டும். ஒரு ஹெக்டேருக்கு 112.5 கி.கி. கிளிஞ்சல் சுண்ணாம்பை 100 லி. நீரில் கரைத்துத் தெளிக்க வேண்டும். சுண்ணாம்புத் தெளித்த சில நாளில் பாசி, லைக்கன் ஆகியன ஏடாக உலர்ந்து விழுந்துவிடுகின்றன. மேலும் தண்டுப் பகுதியின் பட்டையை மென்மையாக்கினால் அரும்புகள் விரைவில் துளிர்க்கும். பரவலான வெண்மை நிறம் உண்டாவதால் வெயிலின் கொடுமை தவிர்க்கப்பட்டுத் தண்டுகள் உலர்வதைத் தடுக்கலாம். வெட்டப்பட்ட வாதுகள், இலைகளை வீணாக்காமல் மண்ணில் இடும்போது மண்ணில் கரிமப் பொருள்களின் அளவு அதிகரிப்பதுடன் மண் வளமும் கூடும். நீர்ப்பிடிப்புத் தன்மை மிகும்; மண் அரிப்பையும் ஓரளவு தடுக்கலாம்.

மட்டம் ஒடித்தல். கவாத்துச் செய்து தழைத்து வரும் செடிகளை ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் முதல் முறையாக இலை எடுப்பதற்கு மட்டம் ஒடித்தல் என்று பெயர். செடியில் போதுமான பாதுகாப்புத் தரவல்ல இலைகளைப் பராமரிக்கவும் உறுதியான முதன்மை வாதுகள் வைத்திருக்கவும் மட்டம் ஒடித்தல் செய்யப்படுகிறது. அசாம் தேயிலைக்குக் கவாத்துச் செய்த மட்டத்திலிருந்து 15 செ.மீ. உயரம் அல்லது தரைமட்டத்திலிருந்து 70 செ.மீ. உயரம் ஆகியவற்றில் எது மிகுதியோ அவ்வுயரத்தில் மட்டம் ஒடிக்க வேண்டும். சீனத் தேயிலைக்குக் கவாத்துச் செய்த மட்டத்திலிருந்து 10 செ.மீ. உயரம் அல்லது தரைமட்டத்திலிருந்து 60 செ.மீ. உயரம் ஆகியவற்றுள் எது மிகுதியோ அவ்வுயரத்தில் மட்டம் ஒடிகக வேண்டும். மட்டம் ஒடிப்பதைப் படிப்படியாக 2 அல்லது 3 முறை செய்ய வேண்டும்.

தேயிலை ஒரு மானாவாரிப் பயிராதலால் வெப்பமான, வறட்சியான காலங்களில் தேயிலைச் செடியைப் பாதுகாக்கத் தேயிலைத் தோட்டத்தில் நிழல் மரங்கள் இருத்தல் வேண்டும். தேயிலைப் பதியன்களை நடும்போதே நிழல்தரும் நாற்றுகளை நடவேண்டும். தேயிலைத் தோட்டங்களில் நிழல்தரும் மரமாக மனோரஞ்சிதம், கலியாணமுருங்கை, வாகை, சில்வர் ஓக் முதலியவை வளர்க்கப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் ஆண்டும் பெரு மழை பெய்யும் காலத்திற்கு முன்பாகக் கிளைகளை வெட்டி அகற்றிவிட வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் மிதமான நிழல் கிடைப்பதுடன் தேயிலை வளர்ச்சி பாதிப்பின்றியும் கொப்புளக்கருகல் நோயின் அளவு மிகாமலும் இருக்கும். வறட்சிக் காலங்களில் நிழல்தரும் மரங்களை வெட்டக்கூடாது. நிழல் மரத்தை தேவைக்கு மிகுதியாக வளர்ப்பதால் கொப்புளக்கருகல் நோய் மிகுதியும் உண்டாகும்.

தேயிலைப் பயிருக்கு உரமிடுவதால் 40% வரை உயர் விளைச்சல் கிடைக்கிறது. பதியன்களை நட்ட இரண்டாம் திங்களில் உரமிட வேண்டும். செடிகளுக்குத் தேவையான மணிச்சத்தைத் தனியாக இடுதல் வேண்டும். மணிச்சத்து உரமளிக்க ராக்.:.பாஸ்பேட் உரத்தை ஹெக்டேருக்கு 80-100 கி.கி. வீதம் 15-22.5 செ.மீ. ஆழத்தில் வேர்ப்பகுதியில் ஆண்டிற்கு ஒரு முறை முதல் கவாத்துச் செய்யும் வரை ஒரே முறையில் இட வேண்டும். பின்பு 2 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை இட்டால் போதுமானது. மணிச்சத்து உரத்தை முள் கொண்டு இடுதல் வேண்டும். தழைச்சத்து: சாம்பல் சத்து உரமிடுவதை 2:3 என்னும் விகிதத்தில் முதல் இரண்டாண்டுகளுக்கும், பின்பு 1:1 என்னும் விகிதத்திலும் இடவேண்டும். உரங்களை மழைக்கு முன்பாகவே இடுதல் வேண்டும்.

பூச்சிகளுக்கும் நோய்களும். பூச்சிகளுள் தேயிலைக் கொசுவும் இலைப்பேனும் குறிப்பிடத்தக்கவை. சிவப்புச்சிலந்தியும் இளம் பூச்சிகளும் தளிர் இலை, இளம தண்டு போன்றவற்றின் சாற்றை உறிஞ்சி அவற்றைக் காய்ந்துவிடச் செய்கின்றன. இதனைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு 0.1% மாலத்தியான் அல்லது 0.07% எண்டோசல்.:.பான் மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும். வடஇந்தியாவிலும் தென்னிந்தியாவிலும் விளையும் தேயிலையின் மொட்டு, தளிர் இலைகளின் திசுக்களைச் சுரண்டி சாற்றை உறிஞ்சி அழிவு ஏற்படுத்துவதில் இலைப்பேன் முதன்மையானது. இதனை 0.05% .:.பாசலோன் அல்லது எண்டோல்.:.பான் பூச்சிகொல்லியைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

இலைப் பறித்தல். இலைகளைப் பறிப்பதற்கு மிக்க தேர்ச்சி வேண்டும். பெரும்பாலும் பெண்களே இதற்கு ஏற்றவர்கள். நுனிமொட்டும் அதனடியிலுள்ள 2 தளிர் இலைகளும் பக்குவமான வளர்ச்சிக்கு வந்தபின் கொய்யபபடுகின்றன. தென்னிந்தியாவில் ஆண்டு முழுதும் 7-10 நாளுக்கு ஒரு முறை இலையெடுக்கப்படுகிறது. கோடைப்பருவத்திலும் மிக்க உயரமான மலைப் பகுதிகளிலும் 10-15 நாளுக்கு ஒருமுறையே தேயிலையை அறுவடை செய்வர். பறிக்கும் முறையைக் கொண்டே அதிலிருந்து தயாராகும் தேயிலையின் தரம் அமைகிறது. இலையின் முதிர்ச்சியைப் பொறுத்து அதிலுள்ள டேனின் அளவு மாறுபடுகிறது. டேனின் குறைவாக இருந்தால் தேயிலையும் தரங் குன்றியிருக்கும்.

தேயிலைத் தயாரித்தல். தேயிலையில் பச்சைத் தேயிலை, கறுப்புத் தேயிலை, ஊலாங் (Oolong) தேயிலை என மூவகைகள் உண்டு. கறுப்புத் தேயிலை மட்டுமே தென்னிந்தியாவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. செடிகளிலிருந்து கிள்ளியவற்றை, முற்றிய இலையும் காம்பும் நீக்கிய பின்னர் தொழிற்சாலைக்குக் கொண்டு செல்வர். தொழிற்சாலைத் தளத்தில் சாக்குகளின் மீதோ கம்பிகளின் மீதோ சமமாகவும் லேசாகவும் இவற்றைப் பரப்புவர். இதனால் இலையிலுள்ள நீர் ஆவியாகி இலை வாடி வதங்கும். வதங்கும் நேரம் வானிலையைப் பொறுத்தது. வதங்கிய இலைகளை உருளை களுக்குள் தள்ளுவர். இங்கு இலைகள் கசக்கப்பட்டு உருட்டப்படும். கசக்கிய இலைகளை அழுக்கில்லாத சிமெண்டுத் தரையில் பரப்புவர். சிலமணி நேரத்திற்குப் பிறகு இலையின் பச்சை நிறம் மாறிப் பொன்னிறமும் மணமும் உண்டாகும். இவ்வாறு நிறம் மாறிய பின் இலைகளைத் தனிப்பட்ட உலர்த்தும் அடுப்பில் புகுத்தி வெளிப்படுத்துவர். இவ்வடுப்புகளில் பின்புறத்திலிருந்து சூடான காற்று வெளிப்படும். சூடான காற்றுப் பட்டவுடன் எஞ்சிய ஈரமும் காய்ந்துவிடும். அடுப்பிலிருந்து வெளிவரும் காய்ந்த தேயிலையைச் சல்லடைகளினாலும் வெட்டும் எந்திரங் களினாலும் வெவ்வேறு வகைகளாகப் பிரித்து, மரப் பெட்டிகளில் நிரப்பி அனுப்புவர். தேயிலையில் ஆவாரை, அகத்தி இலை, உளுந்து உமி, பொடிக்கல், மணல், பயன்படுத்திய தேயிலைத்தூள் ஆகியவற்றைக் கலப்படம் செய்வதுண்டு.

பயன்கள். காஃபியைப் போல் தேநீரையும் இந்தியா உட்படப் பெரும்பாலான நாட்டு மக்கள் விரும்பி அருந்து கின்றனர். கடைகளில் விற்கும் தேயிலை இளந்தளிர் களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. தேயிலையைப் பயிரிட்டு அதிலிருந்து ஒரு பானம் தயாரித்த முதல் நாடு சீனாவே யாகும். கி.பி. 500இல் சீனாவில் தேநீர் பருகும் வழக்கம் இருந்தது.

தேயிலைச் சாற்றுடன், காய்ச்சிய பால், சர்க்கரை கலந்து அருந்தச் சுறுசுறுப்பு உண்டாகும். மனத்திற்கும், நரம்புகளுக்கும் தசைகளுக்கும் ஊக்கமளிக்கும். நாளும் பலமுறை இதனைப் பயன்படுத்தினால் செரிமானம் குறைந்து மயக்கம் உண்டாகும். தேயிலை உடல், மனம ஆகியவற்றுக்குச் சிறிதளவு வலிமை தீரும். சிறுநீரைப் பெருக்கும் குணமும் வயிற்றுப் போக்கைக் குணமாக்கும் தன்மையும் இதற்குண்டு. தேயிலைச் சாற்றுடன் எலுமிச்சம் பழச் சாற்றையும் சர்க்கரையையும் கலந்து அருந்தத் தாகம் தணியும். இச்சாற்றுடன் தேனை நன்கு கலக்கி அருந்த வாந்தி, வாய்க் கசப்பு, தலைச்சுற்றல் விலகும். தேயிலைச் சாறெடுத்த பின் உள்ள சக்கையை ஒரு துணியிலிட்டுக் கண்ணின இளஞ்சூடாக ஒற்றிக் கொள்ளக் கண்வலி நீங்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

தேர்வு விதிகள்

குவாண்டம் எந்திரவியல், அணு, மூலக்கூறு ஆகியவற்றில் இயற்பில் அமைவின் நிலைகளுக்கிடையேயான இடமாற்றம் (transition) பற்றிய விதிகள் தேர்வு விதிகள் (selection rules) எனப்படும்.

இவை அனைத்து நிலைகளின் சமச்சீர்மைப் பண்புகளையும், நிலைகளின் இடையீடுகளால் ஏற்படும் இடமாற்றத்தையும் தெளிவாக விளக்குகின்றன. தேர்வு விதிகள் நிலைகளின் சமச்சீர்மைப் பண்புகளைப் பற்றியும், அழிவின்மை விதிகளையும் விவரிக்கின்றன.

ஹைட்ரஜன் வரிமாலையில் H_{α} வரியில் காணப்பட்ட நுண் அமைப்பினை விளக்கச் சோமர்ஃபீல்டு என்பார் தேர்வு விதி ஒன்றினைக் கண்டறிந்தார். H_{α} வரியில் சுற்றுப்பாதைக் குவாண்டம் எண் n_{ϕ} (orbital quantum number) ±1 சுற்றுப்பாதைகளுக்கிடையே மட்டும் இடமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. அதாவது $\Delta n_{\phi} = \pm 1$ என இருக்கும்போது மட்டும் இடமாற்றம் நிகழ்கிறது. இத்தேர்வு விதியைக் கொண்டு H_{α} வரியில் மூன்று மெல்லிய வரிகள் உள்ளமை

கண்டறியப்பட்டது. மேலும், தற்சுழற்சி (spin) போன்ற கூறுகள் இடம் பெறுவதால் L, J, S ஆகியவற்றிற்குத் தனித்தனியாகத் தேர்வு விதிகள் தேவைப்படுகின்றன.

L இதற்கான தேர்வு விதி. வரிமாலை வரிகள், ஆற்றல் நிலைகளுக்கிடையே ஏற்படும் இடமாற்றங்களால் ஏற்படுகின்றன. இடமாற்றத்தால் எலெக்ட்ரான் ஒரு சுற்றுப்பாதையிலிருந்து மற்றொரு சுற்றுப்பாதைக்குத் தாவுகிறது. $\Delta L = \pm 1$ என்பது தேர்வு விதியாகும்.

J இதற்கான தேர்வு விதி. அல்லது 0 என்னும் நிலைகளுக்கிடையே மட்டும் இடமாற்றம் ஏற்படும். இங்கு 0 யிலிருந்து 0விற்கான இடமாற்றம் தடை செய்யப்படுகிறது.

S இதற்கான தேர்வு விதி. $\Delta S = 0$ என்னும் நிலையில் இடமாற்றம் நிகழ்கிறது. வெவ்வேறு S நிலைகள் ஒன்றோடோன்று இணைவதில்லை. இவ்விதி அணு எண் குறைவான அணுக்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

இவ்விதிகளுக்கு உட்படாத சில இடமாற்றங்களும் நிகழ்கின்றன. இத்தகைய இடமாற்றங்கள் தடைசெய்யப்பட்ட இடமாற்றங்கள் (forbidden transitions) எனப்படுகின்றன. (எ.டு: அணு இயற்பியலில் E_1 தவிர அனைத்துப் போட்டான் இடமாற்றங்கள்), இவ்வகை வரிகள் இயல்பான வரிகளின் செறிவைவிட மங்கலாக காணப்படுகின்றன.

செறிவு விதிகள் (intensity rules). இவ்விதிகளைக் கொண்டு வரிகளின் செறிவு கண்டறியப்படுகிறது.

L, J ஆகியன ஒரேவகையில் இடமாற்றமடைந்தால் செறிவுள்ள வரிகள் உண்டாகின்றன. ஆகியவற்றின் இடமாற்றங்கள் எந்த அளவிற்கு மாறுபடுகின்றனவோ அந்த அளவிற்கு வரிகளின் செறிவு குறைந்து காணப்படும்.

$\Delta L = -1,\ \Delta J = -1$ செறிவுள்ள வரி

$\Delta L = -1,\ \Delta J = 0$ செறிவு குறைந்த வரி

$L \rightarrow L - 1$ என்னும் இடமாற்றம், $L \rightarrow L + 1$ இடமாற்றத்தை விட வலிவானதாகும்.

$\Delta L = +1,\ \Delta J = +1$ மங்கலான வரி

$\Delta L = +1,\ \Delta J = 0$ மிக மங்கலான வரி

எக்ஸ் கதிர் மற்றும் இரட்டைவரி வரிமாலையில் எதிரெதிர் திசையில் இடமாற்றங்கள் நிகழ்வதில்லை.

$\Delta L = -1,\ \Delta J = +1$

$\Delta L = +1,\ \Delta J = -1$ வரி தோன்றுவதில்லை.

கோண உந்தமும் ஒப்புமை விதிகளும். ஒரு தனித்த அமைவிற்குக் கூடுதல் கோண உந்தம் (total angular momentum) அழிவின்றி இருக்கும். ஒவ்வெரு நிலையும் கோண உந்தம் J ஆல் வகைப்படுத்தப்படும். Jஇன் Z கூறுகள் M (= J, -J+1, ..., +J) ஆகும். கோண உந்தம் திசையன் வடிவில் குறிக்கப் பெறும். ஓர் அமைவு ஒரு துகளை வெளியிடும். இடமாற்றத்தை $J_1, M_1 \rightarrow J_2, M_2$ ஆகும். j என்பது $J_1 - J_2, J_1 - J_2 + 1, \ldots, J_1 + J_2$ என்னும் மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கிறது.

$J=4 \Leftrightarrow J=2$ என்னும் இடமாற்றத்தில் கிடைக்கக்கூடிய j மதிப்புகள் 2, 3, 4, 5, 6 ஆகும். $M_1 - M_2 = \pm 4$; அதாவது 4, 5, 6 ஆகும்.

பிறிதோர் அடிப்படை சமச்சீர்மை ஒப்புமை (parity) ஆகும். இது ஆய அச்சுகள் தலைகீழாகும்போது ஏற்படும் அமைவின் பண்பை விளக்குகிறது. இது வலிமிகு மறறும மின்காந்த இடையீடுகளால் மாறுபடுவதில்லை. இது இரட்டைப்படை ஒப்புமை (even parity) $\pi = \pm 1$, ஒற்றைப்படை ஒப்புமை (odd parity) $\pi = -1$ என்றும் இரு வகைப்படும்.

கலப்பின்போது ஒப்புமை பன்மடங்காக ஒன்று சேரும். $4^{\pm} \rightarrow 2^{\pm}$ என்னும் இடமாற்றம் $j^{\pi} = 2^{-}, \ldots\ 6^{-}$ என்னும் ஒப்புமையையும், $4^{\pm} \rightarrow 2^{\pm}$ என்னும் இடமாற்றம் $j^{\pi} = 2^{+}, \ldots\ 6^{+}$ என்னும் ஒப்புமையையும் கொடுக்கின்றன. கோண உந்தம் j என்பது உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சி S மற்றும் சுற்றுப்பாதைக் கோண உந்தம் l ஆகிய இரண்டின் கூடுதலாகும்.

திசையிலி, போலித்திசையிலி திசையன், போலித் திசையன் தூள்கள் $S^{\pi s} = 0^{+}, 0^{-}, 1^{-}, 1^{+}$ என்னும் சிறப்பியல்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. இங்கு l என்பது உள்ளார்ந்த ஒப்புமை (intirinsic parity) ஆகும். l என்பது $\pi_l = (-1)^l$ என விளக்கப்படுகிறது.

மின்காந்த இடமாற்றங்கள். ∴போட்டான் ஒரு குறுக்குத் திசையன் துகள் ஆகும். மின்புலத் திசையன் உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சி திசையன், துகள் செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். கூடுதல் கோண உந்தம் j; $l > 0$; $l = j, j-1, j+1$ ஐக் கொண்ட எளிய திசையன் துகள், மூன்று உள்ளார்ந்த தட்டற்ற நிலைகளைக் (degrees of freedom) கொண்டுள்ளது. குறுக்குத் திசையன் துகள் $l = j$ அல்லது $l = j \pm 1$ (இரண்டு உள்ளார்ந்த கட்டற்ற நிலைகள்) என்னும் நேரியல் கலப்பினைப் பெற்று இருக்கும் $l = j$ என்னும் ∴போட்டான் (காந்தவகை mj) $\pi = (-1)^{j+1}$ ஒப்புமையைப்

பெற்றுள்ளது. $l = j \pm 1$ சேர்க்கை (மின்வகை E_j) $\pi = (-1)^j$ ஒப்புமையைப் பெற்றுள்ளது. ∴.போட்டானின் அலைநீளம் மூலத்தின் ஆரத்தைவிட மிகுந்திருப்பின் கதிர்வீச்சு, காந்தவகை இடையீடு (எ.டு.: M_1இற்கு L.H அல்லது S.H; இங்கு H காந்தப்புலம்) அல்லது மின் வகை இடையீடு (E_1இற்கு P.E;) இங்கு P இருமுனை இயக்கி, E மின்புலம்) j = 0 இற்கு Sமற்றும் lஇன் சேர்க்கை (s, l, j) = (1, 1, 0) ஆகும். இது அலைவுறும் E_0 புலத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. இது மூலத்திற்கு வெளியே சுழியாகிறது. $J_1^{\pm} \leftrightarrow J_2^{\pm}$ என்னும் இடமாற்றத்திற்கு M_1, E^2, M_3 வகை ∴.போட்டான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. $J_1^{\pm} \leftrightarrow J_2^{\pm}$ இடமாற்றத்திற்கு E_1, M_2, E_3 வகை ∴.போட்டான்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இருமுனை இடமாற்றத்திற்கு (dipole transition) j=1, $\mu = 0$ (வரிகள்), $\mu = \pm 1$ (வரிகள்) இதில் $\mu = 0$ வகையில் துகள் காந்தப்புலத்திற்கு இணையாக வெளியிடப்படுவதில்லை. இதற்குக் காரணம் ∴.போட்டானின் குறுக்கீட்டுத் தன்மையே ஆகும். $M_1 = M_2 = 0$ என இருப்பின் $J_1 + J_2 + j$ இரட்டைப்படையாக இராவிடில் இந்த இடமாற்றம் தடை செய்யப்படுகிறது. தலைகீழ் விதி (inversion rule) மின் காந்த இடமாற்றங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதில்லை.

தோராய விதிகள் (approximate rules). சரியான தேர்வு விதிகள், தோராய விதிகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. இத்தோராய விதி அமைப்பின் அகக் கட்டமைப்பினைச் சார்ந்ததாகும். L, S என்பன முறையே சுற்றுப்பாதைக் கோண உந்தம் மற்றும் தற்சுழற்சி கோணம் எனப்படும். இவை அணுவிற்கும் அணுக் கருவிற்கும் ஏற்புடைய குவாண்டம் எணகளாகும். மிகு அலை நீள E_1 அல்லது E_2 இடமாற்றத்தில் கோண உந்தம் சுற்றுப்பாதைக் கட்டமைப்பை விளக்குகிறது. அதாவது $(\Delta L, \Delta S) = (1, 0), (2, 0)$ ஆகும். M_1 இயக்கி $\alpha L + \beta S$ என்னும் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. $(\Delta L, \Delta S)$ என்பது (1, 0) அல்லது (0,1) மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கிறது. இது (0, 0) அல்லது (1,1) மதிப்பைப் பெற்றிருப்பதில்லை. இதற்குக் காரணம் L மற்றும் S சுற்றுப்பாதை, தற்சுழற்சி கிளர்வுகளை ஏற்படுத்துவதில்லை. LS கலப்பில் M_1 இடமாற்றங்கள் ஒரே உறுப்பில் இரண்டு மட்டங்களுக் கிடையே நடைபெறுகின்றன. (இது $j > 1$ என்னும்போது M_1இற்குப் பொருந்தாது).

∴.போட்டான் உமிழ்வு மற்றும் பீட்டாச் சிதறல் உள்படப் பல செயல் முறைகள் ஒரு-பொருள் இயக்கிகள் (one - body operators) வழியாக நடைபெறுகின்றன.

$$P = \sum_i e i r(i)$$

இங்கு i என்பது துகளின் மின்னூட்டம் e_i; நிலை இயக்கி r(i) ஆகும். இவை ஒற்றைத் துகள் இடமாற்றத்தை உண்டாக்குகின்றன. இதில் துகளின் சுற்றுப்பாதை மாறுபடுகிறது. இத்தகைய துகள்களின் எண்ணிக்கை $\delta n = 1$ (ஒற்றைப்படை ஒப்புமைக்கு)

$$P^2 \xrightarrow{E_1} sp,\ pd$$

$\delta n = 0, 1$ (இரட்டைப் படை ஒப்புமைக்கு)

$$d^2 \xrightarrow{E_2} d^2,\ sd,\ dg$$

L-S கலப்பில் M_1,இற்கு $\delta n = 0$ ஆகும். இது jj கலப்பிற்குப் பொருந்தாது. காட்டாக $\frac{f\sigma}{2} \xrightarrow{M_1} f_{7/2}$ என்பது ஏற்புடையது. இந்த $\delta n < 1$ விதி, $(J\pi)$ விதிகள் ஆகியவற்றைத் தனித் துகள்களுக்கும் (எ.டு. $\Delta n^{\pi} < 1^-$, E_1 இற்காக), நிலைகளின் நுண்ணியல் கட்டமைப்புகள் ஆய்வதற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

ஒப்புமை மீறல் (parity violation). $A(J^{\pi}) \rightarrow B(O^+) + \alpha(O^+)$ ஆல்.˙.பாச் சிதைவு செயல்முறை ஏற்புடையதாகும். இங்கு $\pi = (-1)^J$ என்னும் ஒப்புமையில் இறுதிக் கோண உந்தம் J சுற்றுப்பாதையை மட்டும் குறிக்கிறது. தடைசெய்யப்பட்ட செயல்முறையில் A என்பது O^{16} இன் 2^- நிலையும் B என்பது ^{12}C இன் கீழ் நிலையும் குறிக்கின்றன. இதன் வாழ்காலம் (life time) 10^{13} என்னும் வரிசையில் உள்ளது. ψ_A, ψ_E என்பன இரு நெருங்கிய நிலைகளின் ஐகன் சார்புகளாகவும், E_A, E_E ஆற்றல்களையும் கொண்ட ஹாமில்டோனியன்

$$H = H^{(0)} + H^{(1)}$$

இங்கு $H^{(0)}$ சமச்சீர்மையைப் பாதுகாக்கிறது. $H^{(1)}$ சமச்சீர்மையை உடைக்கிறது. தொலைவிலுள்ள ψD (ஆற்றல் ED) நிலைக்கு இடமாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதில் சமச்சீர்மைக் கலப்பு விலக்கத்தக்கது. $\psi A^{(0)}$, $\psi F^{(0)}$ ஆகியவற்றை ஐகன் சார்புகளாகக் கொண்ட $H^{(0)}$ பல்வேறு சமச்சீர்மைகளைக் கொண்டிருக்கிறது. தேர்வு விதிகளுக்கு ஏற்ப $\psi_A^{(0)} \rightarrow \psi_D$ இடமாற்றம் ஏற்புடையது; $\psi_F^{(0)} \rightarrow \psi_D$ இடமாற்றம் தடை செய்யப்படுகின்றது. $H^{(1)}$ இன் விளைவால் நிலை சிறிய கோணம் ϕ அளவிற்குத் திருப்புகிறது. (படம் ஆ) இதனால் சமச்சீர்மைக் கலப்பு ஏற்பட்டு இற்கு வலிகுறை இடமாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. இது ஆற்றலைச் சிறிது மாற்றுகிறது. இடமாற்ற வலிமையின் விகிதத்திலிருந்து கண்டறியப் படுகிறது. இதிலிருந்து கலப்பின் செறிவும் மட்டம் தாவுதலும் (level shifts) அறிதியிடப்படுகின்றன. 2x2 அணியை மூலைவிட்ட அணியாக்கினால்

$$\frac{S_F}{S_A} = \tan^2\phi \; ; yF^{(0)} H^{(1)}\psi A^{(0)} = (E_F - E_A) \sin\phi \cos\phi$$

$$(E_I - E_F^{(0)}) = -(E_A - E_A^{0}) = (E_F - E_A) \sin^2\phi$$

எனக் கிடைக்கிறது. சிற்றுலைவுத் (perturbation) தீர்வு (சிறியது) சிறியது தொடர்ந்து ஒத்திருக்கிறது.

பன்மடங்கு - ஃபோட்டான் இடமாற்றங்கள். மிகு அலைநீள எல்லையில் M_1 இயக்கி ஆரம் சார்ந்திருப்ப தில்லை. ஹைட்ரஜனின் $2\frac{S_1}{2}$ மற்றும் $1\frac{S_1}{2}$ ஆகிய நிலைகளுக் கிடையேயான ஒற்றை - ∴போட்டான் இடமாற்றம் தடை செய்யப்படுகிறது. இதன் வாழ்காலம் 10^5 நொடி ஆகும். மிகக் குறைந்த ஆற்றலுடைய E_1 இன் $2p\frac{1}{2}$ இடமாற்றம், E_1இன் தாழ்நிலை இடமாற்றம் ஆகியவற்றின் வாழ்காலம் 10^8 நொடி ஆகும். வாழ்காலம் 10^{-1} நொடியைக் கொண்டிருப்பவை ஒரே நேரத்தில் இரண்டு ∴போட்டான்களை உமிழ்கின்றன. இவை ஆற்றலைப் பகிர்ந்து கொண்டு தொடர்ச்சியான ∴போட்டான் வரிமாலையை (continuous photon spectrum) ஏற்படுத்து கின்றன. அணுக்கருவில் இரண்டு ∴போட்டான் $O^+ \rightarrow O^+$ இடமாற்றம் பெறப்படுகிறது. ஊடுருவும் எலெக்ட்ரானின் வெளியேற்றத்தால் EOஇன் கிளர்வு நீக்கப்படுகிறது. இது e^+ - e^- இணை, உமிழ்வுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. அனைத்துச் செயல் முறைகளுக்கும் $O^+ \leftrightarrow O^-$ இடமாற்றம் தடைசெய்யப்படுகிறது.

உருத்திரிபுற்ற அணுக்கருக்களின் K தேர்வு விதிகள். பல கனமான அணுக்கருக்களில் தனித்துகள் சுற்றுப்பாதைகளின் பிளவுகள் காணப்படுகின்றன. இது அணுக்கருவின் மிகுதியான நான்முனை உருத்திரிபால் (quadrupole deformation) ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நான்முனை உருத்திரிபுற்ற மையம் சாரா தனித்துகள், மின்னழுத்தத்தைத் தருகிறது. K என்பது சமச்சீர்மை அச்சின் கோண உந்தக் கூறு ஆகும். இவற்றின் சுழற்சி $J \geq K$ என்னும் உள்ளார்ந்த நிலைகளிலிருந்து ஏற்படுத்தப்படுகிறது. வெவ்வேறு K மதிப்புகளையுடைய இரண்டு நிலைகளில் மின்காந்த இடமாற்றங்கள் தடை செய்யப்படுகின்றன. j- பல்முனை இடமாற்ற இயக்கி $\Delta K \leq j$ என்னும் நிலையை உண்டாக்க முடியும். மேலும் இரண்டு நிலைகளுக்கிடையே யான சுழற்சி, சுழற்சியில் ஈடுபட்டுள்ள மற்ற நிலைகளுக்குக் கடத்தப்படுகிறது.

மூலக்கூற்றுத் தேர்வு விதிகள். உருத்திரிபு அணுக்களின் K தேர்வு விதிகள் தனித்துகள் மற்றும் அணுக்கருவின் சுழற்சி இயக்கத்தில் இடம்பெறும். அதிர்வு இயக்கம் (vibrational motion), நான்முனை ஆகியன கண்டறியப்படுகின்றன. இந்த இயக்கங்கள், மூலக்கூற்று இயற்பியலிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. மூலக்கூற்று இயக்கங்களை நன்கு தனித்தனியாகப் பிரித்தரிய முடியும். இதற்கான தேர்வு விதிகள் (சீரிசை அதிர்விற்கான விதி) $n_v \rightarrow n_v \pm 1$தருவிக்கப்படுகின்றன. மூலக்கூறுகளின் உள்ளார்ந்த அமைப்புகளின் கலப்பு நிகழ் வாய்ப்புகள், சமச்சீர்மைகள் ஆகியவை கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றன.

N, Λ, Σ என்பன முறையே சுழற்சி (rotational) எலெக்ட்ரான் சுற்றுப்பாதை, எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி, கோண உந்தங்களின் சமச்சீர்மை அச்சின் மீதான வீழ்தல் (projection) ஆகும். ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து சமச்சீர்மை கூடுதல் உள்ளார்ந்த கோண உந்தத்தைக் (Ω) கொடுக்கின்றன. சுழற்சி, J = Ω, Ω + 1 கொடுக்கிறது (வகை A) + N=K, இவை S உடன் இணைந்து J = S+K எனக் கொடுக்கின்றன. இங்கு $|k\text{-}s| \leq J \leq K+S$ ஆகும் (வகை B). இவ்விரு நிலைகளிலும் $\Delta\Lambda = 0, \pm1, \Delta S = 0$ என்பன E_1 இற்குத் துணைவிதிகளாகும். வகை A இற்கு $\Delta\Sigma = 0$, $\Delta\Omega = 0, \pm1$ வகை B இற்கு $\Delta K = 1$ ஆகியன பொருந்துவனவாக இருக்கும்போது தற்சுழற்சிச் சுற்றுப்பாதை இடையீடுகள் வலிமை குறைந்து காணப்படும்.

- பெ.துரைசாமி

தேரலைட்

இது ∴பெல்ஸ்பதாய்டு கனிமம் உள்ள ஒரு பாறை. இது அனற்பாறைகளான காரப்பாறை வகையைச் சோந்தது. தேரலைட் (theralite) பார்ப்பதற்கு வெளிய நிறமாக இருப்பினும், நிறநிரலைக் (colour - index) கொண்டு நோக்கும்போது, இது ஓர் இருண்ட நிறப்பாறை என்று கருதப்படும். இது பெருந்துகள்களாலானது. தேரலைட் ஓர் ஆழ்நிலைக் கார - அனற் பாறையாகும்.

தேரலைட்டுப் பாறை, பைராக்சீன், கார-பிளேஜியா கிளேஸ், நெ∴லீன் ஆகிய கனிமங்களால் ஆனது.

இப்பாறையில் துணைக் கனிமங்களாக பயோடைட் (கறுப்பு - அபிரகம்), ஹார்ன்பிளண்ட் மற்றும் சோடாலைட் - குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன. இப்பாறையில் ஆலிவின் சிறிய அளவில் காணப்படுகிறது. டைட்டேனியம் உள்ள மேக்னடைட், டைட்டனைட் அரிதாகக் காணப்படும். கனிமச் சேர்க்கையினைக் கொண்டு நோக்கும் போது, இப்பாறையை "நெ.ஃபிலீன் கேப்ரோ" என்று கருதலாம்.

தேரலைட்டில் ஃபெல்ஸ்பதாய்டு கனிமங்கள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. நெ.ஃபிலீன் மற்றும் சோடாலைட் ஆகியனவும் பெரிதும் காணப்படுகின்றன. அடுத்து ஹாயீன், நோசீன் ஆகியன உள்ளன. தேரலைட்டுகளில் உள்ள ஃபெல்ஸ்பார், பிளேஜியோகிளேஸ் என்று கருதப்பட்டது. ஆனால் இதில் காணப்படுவது பேரியம் ஆர்த்தோகிளேஸ் என்பதை ஆய்வுகளிலிருந்து அறியலாம். இதில் பிளேஜியோகிளேஸ் இராமலோ சிறிய அளவிலோ காணப்படுகிறது. தேரலைட்டில் காணப்படும் பைராக்சீன் கனிமங்கள் ஆகைட், எஜிரீன் - ஆகைட், எஜிரைட் மற்றும் டைட்டன் ஆகைட் ஆகும். இப்பாறையில் பைராக்சீன் கனிமங்கள் தூள்சூழ் படிகங்களாக அமைந்திருக்கின்றன. இதில் காணப்படும் ஃபெல்ஸ்பதாய்டு கனிமங்களில் சோடாலைட், ஹாயீன் ஆகிய இரண்டும் முழுவடிவில் உள்ளன. இவற்றைச் சூழ்ந்து காணப்படும் நெ.ஃபிலீன் வடிவிலாப் படிகமாக உள்ளது. தேரலைட்டில் ஸ்பீன், சியோலைட், கான்க்கிரிமைட் முதலானவை சிறிய அளவிலுள்ள துணைக் கனிமங்களாகும்.

'தேரலைட்' என்னும் பெயர் முதன்முதலாக ரோசன்புஸ்ச் என்பாரால் கிரேசிமலைகளில் (crazy mountain) காணப்பட்ட பாறைகளுக்கு வழங்கப்பட்டது.

- இல. வைத்தியலிங்கம்

துணைநூல். W.E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy* Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, 1985.

தேரை

இது முதுகு நாணுள்ளவை தொகுதியில், முள்ளெலும்புள்ளவை துணைத் தொகுதியில், தாடையுடையவை பிரிவில், நான்கு காலிகள் மேல் வகுப்பில், இருவாழ்விகள் வகுப்பில், ஏனுரா வரிசையில் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. இருவாழ்விகள் வகுப்பில் தவளையும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. தவளையைவிடத் தேரை (toad) நிலத்திலேயே பெரும்பாலும் காணப்படுவதால் தேரை நிலவாழ் பண்புகளை மிகுதியாகப் பெற்றுள்ளது. இனப் பெருக்கத்திற்கு மட்டும் நீருக்குச் செல்லும். இது நஞ்சுடையதன்று. தீமை நேரிடும்போது மட்டும் தன் உடலைப் பெரிதாக்கிக் தோல் சுரப்பிகளிலிருந்து எரிச்சலை உண்டாக்கக்கூடிய ஒரு பழுப்பு வெண்மை நிற நீர்மத்தைத் தற்காப்புக்காகச் சுரக்கிறது.

பியூஃபோ மெலனோஸ்டிக்டஸ் (Bufo melanosti). 10 செ.மீ. நீளமுடைய இத்தேரை வறண்ட தோலையும், முதுகுப் புறத்தில் புள்ளிகளையும் கொண்டுள்ளது. உடலின் மேற்புறம் சாம்பல் நிறமாகவும், கீழ்ப்புறம் வெண்மையாகவும் இருக்கும். கண்கள் வெளியே நன்கு தெரியும் வண்ணமும் கண்மணி கிடைமட்டமாகவும் அமைந்துள்ளன. அரிப்பை உண்டாக்கும் ஒருவகை நீர்மத்தைச் சுரக்கும் காதடிச் சுரப்பிகளின் (parfold glands) தலையின் இரு பக்கங்களிலும் காணப்படுகின்றன. முன்காலில் இணையாத ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. இரு தாடைகளிலும் பற்கள் இல்லை. மூக்கு அடிப்பதற்கும் (vomerine leeth) காணப்படுவதில்லை. நாவின் நுனி பிரிவு படாமல் உள்ளது.

தேரை (*Bufo melanostotus*)
1. முன்கை, 2. பாதம்

பியூஃபோ பியூஃபோ (Bufo Bufo). இது ஆஸ்திரேலியா, மடகாஸ்கர் ஆகிய இடங்களைத் தவிர உலகின் ஏனைய பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. தேங்கிய நீர், புல், இலை, கல் மற்றும் கட்டைகளுக்கடியில் வசிக்கிறது. இரவில் இரை தேடும் இது, உயிருள்ள புழுக்களையும், பூச்சிகளையும் தவளையைப் போல் தன் ஒட்டும் திறம் வாய்ந்த நாக்கினால் பிடித்து உண்கிறது. குளிர்கால உறக்கம் கொள்ளும் இது மழைக்காலங்களில் நீரில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இதன் மூட்டைகள் சங்கிலி போன்ற இழையில் இரட்டை வரிசையில் காணப்படும். அமைப்பில் மீனை ஒத்த இதன் தலைப்பிரட்டை இளவுயிரி, தாவர உண்ணியாகும்.

சைனோப்பஸ்வேலியஸ் (Xeropus lacks). தென் ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படும் இதனை நகத்தேரை என்றும் கூறுவர். இதன் முக்கால் விரல்கள் தணித்தும் பின்கால் விரல்கள் விரலிடைச் சவ்வுடனும் அமைந்துள்ளன. கண்களில் ஒரு சிறிய உணர்கொம்பு நீட்சி அமைந்துள்ளது.

அலைட்டஸ் அப்ஸ்டெட்ரிக்கன்ஸ் (Alytes obstetricans). பிரான்ஸ், இத்தாலியில் காணப்படும் இது செவிலித் தேரை (midwife tood) எனவும் கூறப்படும். இது 5 செ.மீ. நீளமுடைய தட்டையான உடலைக் கொண்டது. மேல் தோலில் புள்ளிகளுடனும், கீழ்ப்புறத்தில் துகள்களுடனும் காணப்படுகிறது. ஆண் தேரையிடத்தில் வியக்கத்தக்க வண்ணம் பெற்றோர் பாதுகாப்பு (parental care) அமைந்துள்ளது. கருவுற்ற முட்டைகளை ஆண் தன் பின் கால்களில் எடுத்துச் சென்று நிலத்தில் குழிதோண்டிப் புதைக்கிறது. இம்முட்டைகளை அவ்வப்போது தன் கால்களில் எடுத்துச்சென்று நீரில் ஈரப்படுத்துகிறது. முட்டைகள் பொரிக்கத் தொடங்கும் போது நீரில் விட்டுவிடுகிறது.

பைப்பா பைப்பா (Pipa pipe). சுரினாம் தேரை எனப்படும் இது நீண்ட விரலிடைச் சவ்வுடைய பின்கால்களையும் மிகவும் குட்டையான அகன்ற தலையையும் கொண்டது. ஆண், பெண் தேரைகளின் உடல் முழுவதிலும் புள்ளிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு புள்ளியும் நச்சுச் சுரப்பியுடைய கொக்கியைப் பெற்றுள்ளது. பெண் தேரையின் முதுகுப்புறத்தில் தோல் கடற்பஞ்சைப் போன்று பல நுண் துளைகளைக் கொண்டுள்ளது. நுண்துளைகள் மூடிகளுடன் கூடிய பைகளாக அமைந்துள்ளன. இத்தேரையின் இளவுயிரிகள் முழு வளர்ச்சி அடைந்து இப்பைகளிலிருந்து வெளிவருகின்றன.

பெலோபேட்டல் ஃபஸ்கஸ் ஃபஸகஸ் (pelobates fuscus fuscus). வட அமெரிக்காவில் வாழும் இது மண்வெட்டிப் பாதத் தேரை என்று குறிப்பிடப்படும். இதன் பாத எலும்பில் உள்ள விளிம்புடைய புடைப்பு, மண்ணில் குழி தோண்டுவதற்குப் பயன்படுகிறது.

டென்ட்ரோபேட்டஸ் அடேடஸ் (Dendrobates awraths). காட்டுத் தேரையாகிய இதில் ஆண் தேரை முட்டைகளையும் குஞ்சுகளையும் தன் முதுகில் வைத்துப் பாதுகாத்தபின் நீரில் விடும்.

– சு. செல்லம்மாள்

துணைநூல். William N. Mcfarland and et.al Vertebrate Life, Mcmillan Publishing co; Inc., New York, 1979.

1. டென்ட்ரோபேட்டஸ் அரேட்டஸ், 2. பெலோபேட்டஸ் ஃபஸ்கஸ் ஃபஸ்கஸ், 3. அலைட்டஸ் அப்ஸ்டெட்ரிக்கன்ஸ்

தேவதாரு

இதனைத் தேவதாரி, தேவதாரம், கடவுள் அவதாரம், செம்மணத்தி, செம்புளிச்சான், ரர் தருமம், இருதாரு, தாரம், சுராமரம், பத்திர தாருகம், காட்டுச்சந்தனம் என்றும் குறிப்பர். இதன் ஆங்கிலப் பெயர்கள் டியோடர் (deodar) இமாலய கிடார் (Himalayan Widar) என்பன. இம்மரத்தின் தாவரப் பெயர் செட்ரஸ் லிபனி வகை டியோடரா (*cedrus libani var-deodara*) என்பதாகும். இதற்குச் செட்ரஸ் டியோடரா பைனஸ் டியோரா (*pinus deodara*) என்னும் இனை தாவரப் பெயர்க்கும் உண்டு. இம்மரம் கோலி∴பெரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது விதைத் தாவரங்களில் பைன் என்னும் பச்சையான இலையுதிரா ஊசியிலைக் குடும்பத்துள் அடங்கும். இந்தியாவில் இமாலயப் பகுதியில் ஓங்கி உயர்ந்து அழகாக வளர்ந்திருக்கும் மரங்களுள் இதுவும் ஒன்றாகும். காஷ்மீர், பஞ்சாப், உத்திரபிரதேசம் ஆகிய மாநிலங்களிலும் இதனைக் காணலாம். தென்னிந்தியாவில் இது வளர்வதாகத் தெரியவில்லை.

மரம். தேவதாரு பசுமை மாறா அழகான மரம். நன்கு கிளைத்து வளரும் இம்மரத்தின் ஊசி இலைகள் கரும்பச்சை நிறமாக இருக்கும். காடுகளில் மார்பு உயரத்தில் அமைந்துள்ள மரங்களை ஆங்காங்கே காணலாம்.

மலைப்பகுதிகளில் காணப்படும் ஊசிமரங்களுள் தேவதாரு குறிப்பிடத்தக்கது. காடுகளில் இம்மரம் தனியாகவோ தோப்பாகவோ காணப்படும். சில மரங்கள் 75 மீ. உயரம் வளர்ந்து 13.5 மீ. கனத்துடன் காணப்படும். இதன் அடிமரம் நேராக நிமிர்ந்து ஓங்கி வளர்ந்து பின்பு வட்டம் வட்டமாகக் கிடைமட்டத்தில் பரந்த கிளைகளைத் தாங்கி நிற்கும்.

வளர்ப்பு முறை. ஆழமான உதிரியான வளமான மண் இதன் வளர்ப்புக்கு ஏற்றது. மழையளவு 1000-1750 மி.மீ. உள்ள குளிரான பகுதியில் இது நன்கு வளருகிறது. புதிய விதைகள் நன்கு முளைக்கும். மண்ணை நன்கு கொத்தித் தாவரக் குழிகளை எரித்த பின்பு விதைகள் நவம்பரில் விதைக்கப்படும். குளிர்காலம் வரை தரையிலிருந்து, இளவேனிற்காலத்தில் விதை முளைக்கிறது. ஹெக்டேருக்கு 9-11.5 கி.கி விதைகள் தெளிப்பு முறையில் விதைக்கப் படுகின்றன. சில சமயங்களில் நாற்றங்காலில் விதைகளை விதைத்துப் பறவைகளின் தாக்குதலிலிருந்து பாதுகாக்க வேண்டும். மே-ஜூன் மாதங்களில் போதிய அளவு ஈரம் இருக்குமாறு நீரூற்ற வேண்டும். அவ்வப்போது களை எடுத்து வளர்க்கப்பட்ட நாற்றுகள் ஓராண்டில் 1.5x1.5 மீ. இடை வெளியில் நடப்படுகின்றன. முதல் 2 - 3 ஆண்டுகளுக்குக் கன்றுகளைப் பாதுகாத்தல் வேண்டும்.

பூச்சி நோய்கள். வேர்களைப் பாதிக்கும் அக்ரோட்டின் எப்சிலான் என்னும் பூச்சியும், ∴போமஸ் அன்னோசஸ் என்னும் பூசணமும் மரத்தின் தரத்தைக் குறைக்கும்.

பயன்கள். பொதுவாக இம்மரம் 15 ஆண்டுகளுக்குக் கெடாமல் உழைக்கும். இம்மரம் கொண்டு ரயில் தண்ட வாளங்களுக்கு அடியில் போடும் குறுக்குக் கட்டை, உத்தரம், தூண், பாலம், இரயில் பெட்டி, மரப்பெட்டி முதலியவையும் செய்யலாம். நீள் சதுர மரச்சில்லோடு, மரக்கலக்கூம்பு, கப்பற்பாய் மரக்கழிவு முதலியவை இம்மரத்தைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும். இம்மர எண்ணெயின் கெடு நாற்றத்தினால் வீடுகளில் மரவேலைகளுக்கு இதைப் பயன்படுத்துவதில்லை. இம்மரத்தில் உண்டாகும் கடினமான முண்டு முடிச்சுகளால் ஒட்டுப்பலகைகள் (plywood) செய்ய முடிவதில்லை. மரக்கட்டையிலிருந்து நீராவி வாலைவடி முறையில் செம்பழுப்பு நிற எண்ணெய் தாயரிக்கப்படுகிறது. இதனைக் கொண்டு சோப்புத் தயாரிக்கலாம். விலை மிகுந்த இது மரப் பாதுகாப்புப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

தேவதாரு கா∴பித் தோட்டங்களில் நிழல் தரப் பயன்படுகிறது. இம்மரத்தில் எண்ணெய்ச் சத்து உள்ளமையால் கறையானால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மரக்கட்டை மணமுடையது; இலேசானது; இந்திய ஊசியிலைக் காடுகளில் உள்ள மரங்களுள் வலிமை மிகுந்தது. மரக்கட்டையின் வெளிப்பகுதி வெள்ளை நிறமானது. வைரக்கட்டை இளமஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறமானது. காற்றுப் படப் பட, இது பழுப்பு நிறமாக மாறும். மரம் விரைவில் உலர்ந்து வெடிப்புகளும் பிளவுகளும் காணப்படும். இதன் இலை, பட்டை, மரக்கட்டை ஆகியன மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இதன் கொழுந்து இலை உடலிற்குக் குளிர்ச்சியைத் தரும். இலையை நசுக்கி நல்லெண்ணெயிற் கலந்து தலைக்குத் தேய்க்கலாம். இலை வீக்கத்தைக் கரைக்கும். தொழுநோய் வீக்கங்களையும் போக்கும். பட்டைச் சாற்றை உள்ளுக்குத்தர உடல் வலிமை பெறும். மாந்தம், பித்தக் காய்ச்சல், முறைக்காய்ச்சல், தொடர் காய்ச்சல், சீதக்கழிச்சல், தீராத வயிற்றுப்போக்கு, உடல்வலி, உடல் வீக்கம் ஆகியவற்றையும் பட்டைச்சாறு போக்கும். பட்டையை உலர்த்தி இடித்துத் தூள் செய்து புண்களின் மீது இட விரைவில் குணம் தெரியும்.

கட்டையைப் பால் விட்டரைத்துக் கொதிக்க வைத்துத் தலையில் வைக்க மயக்கம், மூலம், கிறுகிறுப்பு, தூக்கமின்மை விலகும். மரக்கட்டை சிறுநீரைப் பெருக்கும். கபத்தை வெளிக் கொணரும். இம்மரக்கட்டையைப் பொடித்துக் கைச்சேர்த்து நீர்விட்டுக் குழைத்து வீக்கங்களுக்குப் போட வீக்கம் குறையும். இம்மரக் கட்டையிலிருந்து எடுக்கப்படும் கறுப்புநிற எண்ணெயைக் குட்டம், விரணம், கட்டி, கரப்பான், வெடிப்பு, புண் முதலிய நோய்களுக்கு மேற்பூச்சாகப் பூசலாம். தந்தி மேகத்திற்கும், தீராத இரைப்பு, மூச்சுக்குழல் நோய் ஆகியவற்றிற்கும் உள்ளுக்குத் தரலாம். பல்வலி, நடுக்கம், வாதம் ஆகியவற்றிற்காக நாட்டு மருந்துகளில் இது சேர்க்கப் படுகிறது. இந்த எண்ணெய், சுறுசுறுப்பைத் தரும், வியர்வையை உண்டாக்கும். நஞ்சு மாற்று மருந்தாகவும் பயன்படும்; உடல் எரிச்சலைத் தணிக்கும்; மரத்தூள் வயிற்றில் வளிமத்தைப் போக்கிச் செரிமான ஆற்றலை உண்டாக்கும். கட்டையை இழைத்து நெற்றியில் பற்றுப் போடத் தலைவலி போகும். இம்மரத்திலிருந்து வடியும் பிசினை நாற்றப்புண், தோல் நோய்களுக்குத் தடவலாம். குதிரையின் கால்களில் தோன்றும் புண்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

தேவாங்கு

இது பிரைமேட்டுகள் வரிசையில் லோரிசிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. இது தென்னிந்தியாவிலும், இலங்கையிலும் பெருமளவில் காணப்படுகின்றது. தென்னிந்தியாவில் உள்ள தேவாங்கை லோரிஸ் டார்டிகிடேஸ் *(Loris trading gradus)* என்பர். தென்னிந்தியாவில் மலபார் பகுதியிலும், வயநாடு, தென்குடகு, திருவனந்தபுரம் ஆகிய பகுதிகளிலும் தேவாங்கு மிகுந்துள்ளது.

தேவாங்கின் உடல் குட்டையாகவும் மென்மயிரால் போர்த்தப்பட்டுமுள்ளது. முதுகுப் புற மேல் மயிர், கறுப்பும் சாம்பலும் கலந்த நிறத்தில் வெள்ளியை ஒத்த தோற்றத்திலிருந்து காவி மண் நிறம் வரையிலும் மாறுபட்டுள்ளது. வயிற்றுப் பகுதி வெண்ணிறத்திலிருந்து மங்கலான மஞ்சள் நிறம் வரை காணப்படும். உடலைப் போன்ற கைகளும், கால்களும் நீண்டு மெலிந்துள்ளன. வால் இல்லை. அவ்வாறிருப்பினும் மிகவும் குட்டையாக இருக்கும். கைகளிலும் நுனிக் கால்களிலும் உள்ள முதல் விரல் மிகவும் பெரியதாகவும் போதுமான அளவு பின்னோக்கி நீளக்கூடியதாகவும் அமைந்துள்ளது. இரண்டாம் விரல் சுருங்கியதாகவும் மற்ற மூன்று விரல்கள் உறுதியாகவும் அமைந்துள்ளன. உள்ளங்கையும் கால்களும் குட்டையான அகன்ற திண்டுகளுடன் காணப்படுகின்றன. குதிகால் மயிரற்றுள்ளது. தேவாங்கின் கைகளும், கால்களும் கிளைகளை உறுதியாகப் பற்றிக் கொள்ள உதவியாக உள்ளன. இவ்வமைப்பு ஏனைய பிரைமேட்டுக் குடும்பங்களில் காணப்படுவதில்லை.

பின் மார்புப் பகுதியிலும், முன் வயிற்றுப் பகுதியிலும் இடைவெளியுடன் கூடிய நான்கு பால் மடிகள் (mammal) உள்ளன. முகவாய் ஓரளவு நீண்டு நீள் மூக்குடன் அமைந்துள்ளது. இரண்டு பெரிய உருண்டையான கண்கள் உள்ளன. கண்களைச் சுற்றிக் கறுப்பு அல்லது கரும்பழுப்பு நிற வட்டங்கள் உள்ளமையால் இதன் முகத்தோற்றம் ஆந்தையைப் போல் காணப்படுகிறது.

தேவாங்கு இராப்பொழுதில் மிகுதியும் நடமாடும். பகல் பொழுதில் இலைகளில் மறைந்து கொண்டும், புதர்களிலும், பொந்துகளிலும், இடுக்குகளிலும் புகுந்து கொண்டும்,

தேவாங்கு *(Loris tardigradus)*

உறங்கியும் வாழும். காட்டிலுள்ள கனி, பூச்சி, சிறிய பறவை, மரத் தவளை முதலியவற்றை உணவாகக் கொள்ளும். இரையைப் பிடிப்பதற்கு ஓசையின்றி நகர்ந்து விரைவாகச் செயல்படும். இது புள்ளிகளை உடைய ஆந்தையைப் (கூகை) போன்று ஒலியெழுப்பக்கூடியது.

தேவாங்கு தனித்து வாழும் இயல்புடையது. பல தேவாங்குகள் ஒன்று சேர்ந்திடின் அவை ஒன்றோடொன்று சண்டையிட்டுக் கொண்டு பிரிந்து சென்றுவிடுகின்றன தேவாங்கின் இனப்பெருக்கக் காலம் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. கருக்காலம் (gestation period) ஏறத்தாழ 3 - 5 மாதங்களாகும். மே, ஜூன், அக்டோபர், மார்ச் மாதங்களில் புதிய குட்டிகள் காணப்படுகின்றன. வழக்கமாக ஒரு குட்டியையும், சில சமயங்களில் 2 குட்டிகளையும் ஈனுகின்றன. நன்கு வளர்ந்து தானாக வாழும் நிலையை அடைந்த பின்னும் குட்டி தாயின் முதுகின் மீதோ, வயிற்றிலோ தொற்றிக் கொண்டிருக்கும்.

- கு. சம்பத்

துணைநூல். Balakrishna Seshadri, *The Twilight of India's Wildlife,* John Baker Publishers, London, 1969.

தேள்

மிகப் பழமையான சைலூரியன் காலத்திலிருந்தே வாழ்ந்து வரும் தேள் நிலத்தில் வாழும் கணுக்காலி ஆகும். தற்காலத்தில் வெப்ப மண்டங்களிலும், மித வெப்ப மண்டலங்களிலும் வாழ்கிறது. தேள் 7 குடும்பத்தையும் 700 சிறப்பினத்தையும் கொண்டது. பாலிமீனியஸ் பூத்தஸ், ஸ்காப்பியா, ஐகோ மெட்ரஸ், யூஸ்காப்பியஸ் போன்ற தேள்கள் பெருங்குடும்பங்களில் காணப்படுகின்றன.

தேள் தனித்து வாழும், இரவில் நடமாடும், ஒதுங்கி வாழும் இயல்புடையது. மரம், கல், மணல் இவற்றின் கீழும், பொந்து, குழி, குப்பைகளிலும் பதுங்கி வாழ்கிறது. இரவில் தன் இருப்பிடத்திலிருந்து வெளியேறி இரை தேடும்; பூச்சி, சிலந்தி போன்ற சிறு உயிரினங்களையும் தன் இனத்தைச் சேர்ந்த இளவுயிரிகளையும் உணவாகக் கொள்கிறது. பேரிடுக்கியால் உணவைப் பிடித்து, நச்சு முள்ளின் உதவியால் உயிரிழக்கச் செய்த பின்னர் இரையின் நீர்மத்தை மட்டுமே உறிஞ்சுகிறது.

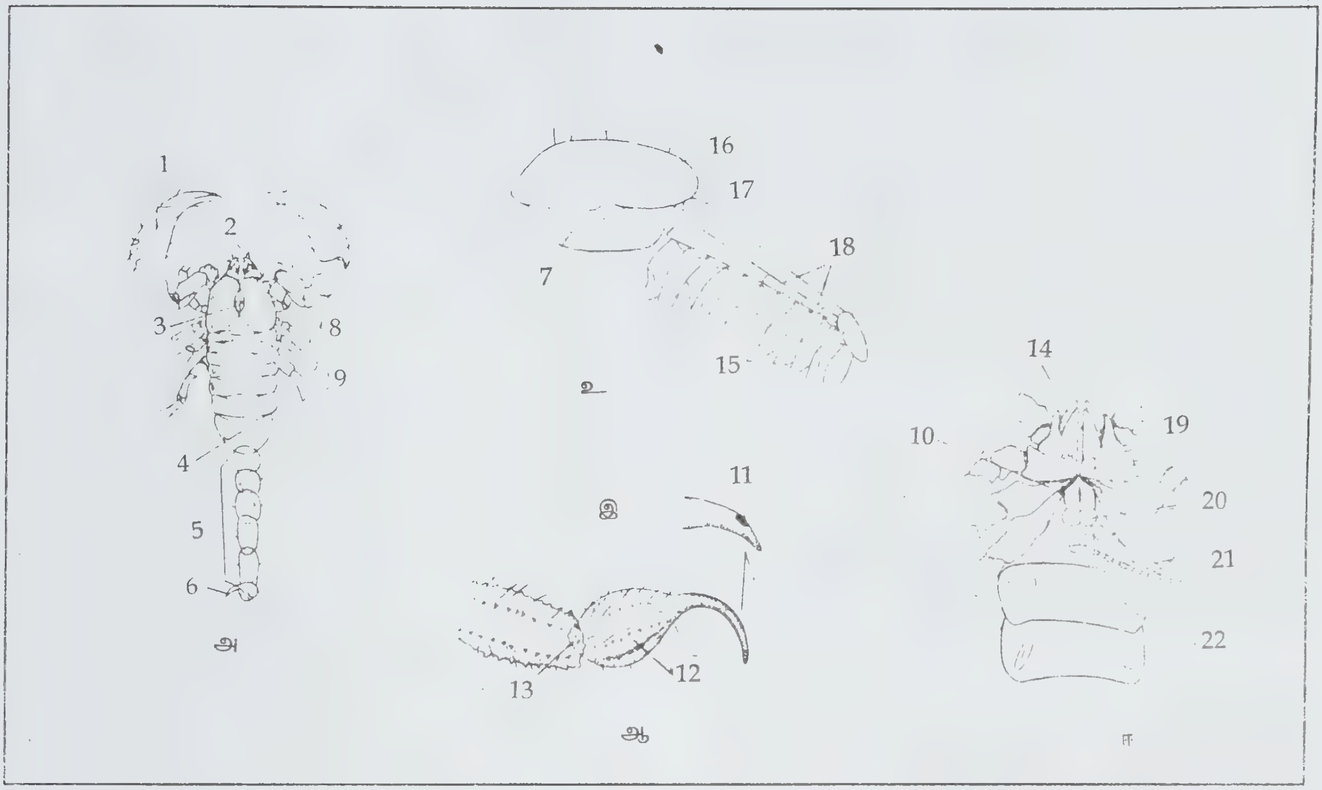
புற அமைப்பு. தேள் நீண்ட, குறுகிய, மேல் கீழ்த் தட்டையான உடலமைப்பு உடையது. வெவ்வேறு சிறப்பினத்தில் இதன்அளவு வேறுபடும்; சிறிய தேளான மைக்ரோ பூத்தஸ் புசில்லஸ் 1.3 செ.மீ. நீளமும், மிகப் பெரிய சிறப்பினமான பான்டினஸ் இன்பேரட்டர் 20 செ.மீ. நீளமும் உடையன. இந்தியாவில் வாழும் பூத்தஸ் (Buthus) 7 செ.மீ. நீளம் வரை வளரும்; மிகப் பெரிய சிறப்பினமான போலம் நேயஸ் ஸ்வாமர்டாமி 15 செ.மீ. நீளமுடையது.

நிறம். சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு தேளின் மேற்புறம் கருமையாகவும் , கீழ்ப்புறம் வெளிர் நிறமாகவும் காணப்படும். வெப்பக் காடுகளில் வாழும் தேள் பளபளக்கும் கறுப்பு நிறமுடையது. மணலில் காணப்படும் தேள் இளமஞ்சள் நிறத்தில் காணப்படும்.

புறச் சட்டகம் . தேளின் முன்னுடல், தகட்டால் (carapace) மூடப்பட்டுள்ளது. இதன் முன் பகுதி பிளவுடன் இரு முகப்புக் கதுப்புகளாக அமைந்துள்ளது. முன்னுடலின் கீழ்ப்புற இறுதி இரட்டைக் கால்களுக்கிடையே கால் கண்டத்தின் கீழ்த் தகடுகள் இணைந்து சிறு கடைத் தகடாகக் காணப்படும். ஏனைய முன்னுடல் கண்டங்களில் கீழ்த்தகடுகள் இல்லை. நடுவுடலின் அனைத்துக் கண்டங்களிலும் அகன்ற முதுகுத் தகடுகள் உள்ளன. ஏழாம் கண்டத்தின் முதுகுத் தகடு மட்டும் ஏனையவற்றைவிடச் சிறிது குறுகியிருக்கும். நடுவுடலில் முதல் கண்டத்தின் கீழ்ப்புறத்தில் தகடுகள் இல்லை. இரண்டாம் கண்டத்தில் சிறிய கீழ்த்தகடும், இடை உடற்கண்டங்களில் அகன்று நன்கு வளர்ச்சியடைந்த கீழ்த்தகடும் அமைந்துள்ளன. முதுகுத் தகடும், கீழ்த் தகடும், மென்மையான பக்கத்தோல் பிடிப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பின்னுடலில் முதுகுத்தகடு, கீழ்த்தகடு, பக்கத்தோல் மடிப்பு ஆகியவை இணைந்து எட்டுப் பககம் கொண்ட வளையமாக உள்ளன. பின்னுடலின் கண்டங்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வளையத் தக்க இயல்புடன் இணைந்துள்ளன. முன்னுடல், இடைஉடல், பின்னுடல் என்னும் மூன்று பிரிவுகளில் உடல் அமைந்துள்ளது.

முன்னுடல். இரட்டைக் கால்களின் தலை, மார்பு ஆகிய இரு பகுதிகள் ஒன்றாக இணைந்த பகுதியை முன்னுடல் என்பர். இது ஆறு கண்டங்களின் சேர்க்கையாலானது. மேல் மூடியின் நடுப்பகுதியில் இரண்டு மையக் கண்களும், ஓட்டின் முன்புற ஓரமாக இரண்டு அல்லது மூன்று பக்கக் கால்களும் உள்ளன. ஆறு கணுக்கால்கள் உள்ளன. அவை ஓரினச் சிற்றிடுக்கிகள், ஓரிணைப் பேரிடுக்கிகள், நான்கிணை நடைக்கால்கள் ஆகும். கணுக்களை உடைய சிற்றிடுக்கியும் பேரிடுக்கியும் இரையைப் பிடிப்பதற்கு உதவுகின்றன.

இடை உடல். ஆண் தேளைவிடப் பெண் தேளில் அகன்றும் நீளமாகவும் இருக்கும். இடை உடலில் ஆறு



தேள்

அ. முன்தோற்றம். ஆ. கொடுக்கு இ. கொடுக்குச் சுரப்பித்துளை, ஈ. உட்தோற்றம், உ. சீப்புறுப்பு

1. பேரிடுககி 2. நகக் கொம்பு 3. நடுக்கண்கள் 4. நடுவுடல் 5. உள்ளுடல் 6. கொடுக்கு 7. வயிற்றுப் புறத் தகடு 8. பக்கக் கண்கள் 9. காலகள் 10. மார்பெலும்பு 11. கொடுக்குச் சுரப்பித் துளை 12. கொடுக்கு 13. குதம் 14. முன்கால் தாடைக்கதுப்பு 15. பற்கள் 16. செவுள்மூடி 17. கண்டத்தகடு 18. துணைவளரிகள் 19. பின்கால் தாடைக் கதுப்பு 20. இனப்புழை மூடி 21. சீப்புறுப்பு 22. வடு

கண்டங்கள் உள்ளன. இப்பகுதியில் மேல் தகடும், கீழ்த்தகடும் பக்க இணைப்புச் சவ்வினால் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. முதல் கண்டத்தின் மேல் தகடு செங்கோண வடிவத்தில், நடுவில் இனப்பெருக்கத் துளையுடன் அமைந்துள்ளது. இனப்பெருக்கத்துளை மூடி, ஆண்தேளில் பிளவுபட்டு இரு பகுதிகளாகக் காணப்படுகிறது. பெண் தேளில் முழுமையாகக் காணப்படுகிறது. இரண்டாம் கண்டத்தின் கீழ்த்தகட்டில் சீப்புறுப்புகள் இணைந்துள்ளன. சீப்புறுப்புகளின் விளிம்பில் பற்கள் போன்ற நீட்சிகள், சமன் செய் கூர்முனைகள் ஆகியவை உள்ளன. இவை சட்டகத் தகடுகளால் உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எஞ்சிய ஐந்து கண்டங்களும் இணையுறுப்புகள் அற்றவை. மூன்று, நான்கு, ஐந்து, ஆறாம் கண்டங்களின் கீழ்த்தகடுகளில் பக்கவாட்டில் சாய்வான இரட்டை மூச்சுத் துளைகள் காணப்படுகின்றன.

பின்னுடல். பின்னுடல், ஆறு கண்டங்களைக் கொண்டது. முதல் கண்டம், இடை உடலில் காணப்படும் கண்டத்தைப் போன்ற அமைப்புடையது. எஞ்சிய ஐந்து கண்டங்கள், ஒவ்வொன்றும் கைட்டினாலான வளையமாகக் காணப்படும். இணையுறுப்புக்கள் இல்லை; இறுதிக் கண்டத்திற்குப் பின்னால் கொடுக்கு (telson) காணப்படுகிறது.

சுவாச உறுப்புகளுக்குப் புத்தக நுரையீரல் (book lung) என்று பெயர். சுவாசத்துளை, குழாய்ப் போன்ற புத்தக நுரையீரலில் திறக்கிறது. நுரையீரல், பல உட்மடிபபுகளை உடைய மெல்லிய புறவுறையால் சூழப்பட்டுள்ளது. இம்மடிப்புகள் ஒன்றிற்கொன்று இணையாக அமைந்து புத்தகத்தைப் போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றுள்ளமையால், இது புத்தக நுரையீரல் எனப்படுகிறது.

குருதி ஓட்ட மண்டலம், நரம்பு மண்டலம் ஆகியவை கரப்பான் பூச்சியில் உள்ளதைப் போன்று அமைந்துள்ளன. ஈரிரட்டை நுண்ணிழைகளாலும், மூன்று, நான்காம் கால்களுக்கு அடியிலுள்ள சுரப்பிகளாலும் கழிவு நீக்கம நடைபெறுகிறது. நரம்பு மண்டலத்தில் மையக் கணகளும்

பக்கக் கண்களும் உள்ளன. பக்கக் கண்களைவிட மையக் கண்கள் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுள்ளன. சீப்புறுப்புகள் (pectine) தொடு உணர்வுக்குப் பயன்படுகின்றன.

ஆண் தேளில் ஓரிரட்டைப் புணர் உறுப்புகளும், ஓரிரட்டைத் துணை உறுப்புகளும் உள்ளன. பெண் தேளில் பல சூல் நுண்குழல்களை உடைய சூல் சுரப்பி உள்ளது. முட்டை அதன் உட்பகுதியில் உண்டாகிறது. தேள், குட்டிப் போடும் இனத்தைச் சார்ந்தது. குஞ்சுகள் தாங்களே இரையைத் தேடும் வரை, தாய்த் தேள் தன் முதுகின் மேல் குஞ்சுகளைச் சுமந்து பாதுகாக்கிறது. இக்குஞ்சுகள் பலமுறை தோலுரித்த பின் முதிர்கின்றன.

நச்சுப்பை. கொடுக்கின் அடிப்பகுதி, இரு கதுப்புகளையும், நுனியில் கூரிய முள்ளையும் கொண்டுள்ளது. கதுப்புகளின் உட்பகுதியில் இரு நச்சுச் சுரப்பிகள் தசைகளினுள்ளே பொதிந்துள்ளன. இதன் நாளங்கள் வரிப்பள்ளங்களின் வழியாக நுனியில் திறக்கின்றன. வண்ணமற்ற தெளிந்த நச்சு நீர்மம் கொட்டுமிடத்தில் செலுத்தப்படுகிறது.

தேளின் சிறப்பினங்களில் நஞ்சின் விளைவுகள் வேறுபடுகின்றன. பொதுவாகத் தேளின் நஞ்சு, அதன் உணவுப் பொருளான சிறு முதுகெலும்பற்றவற்றை இறக்கச் செய்கிறது. வட ஆப்பிரிக்காவில் வாழும் ஆண்டாக்டோனஸ், மெக்சிகோவில் வாழும் சென்ட்ரூராய்டெஸ் ஆகியவற்றின் நஞ்சு மனிதனை இரண்டு மணி நேரத்தில் இறக்கச் செய்யும் ஆற்றல் உடையது. அட்லஸ் மலைப்பகுதியிலும் சகாராப் பாலைவனத்திலும் வாழும் ஆண்டோக்டோனஸ் ஆஸ்ட்ரேலிஸ் என்னும் சிறப்பினத்தின் நஞ்சு நல்ல பாம்பின் நஞ்சைப் போன்றது. இந்நச்சு நாயை 7 நொடிகளில் இறக்கச் செய்கிறது. சில சிறப்பினங்களில் நஞ்சு, கடித்த இடத்தை உணர்விழக்கச செய்து நீண்ட காலக் காய்ச்சலை விளைவிக்கிறது.

- சு. செல்லம்மாள்

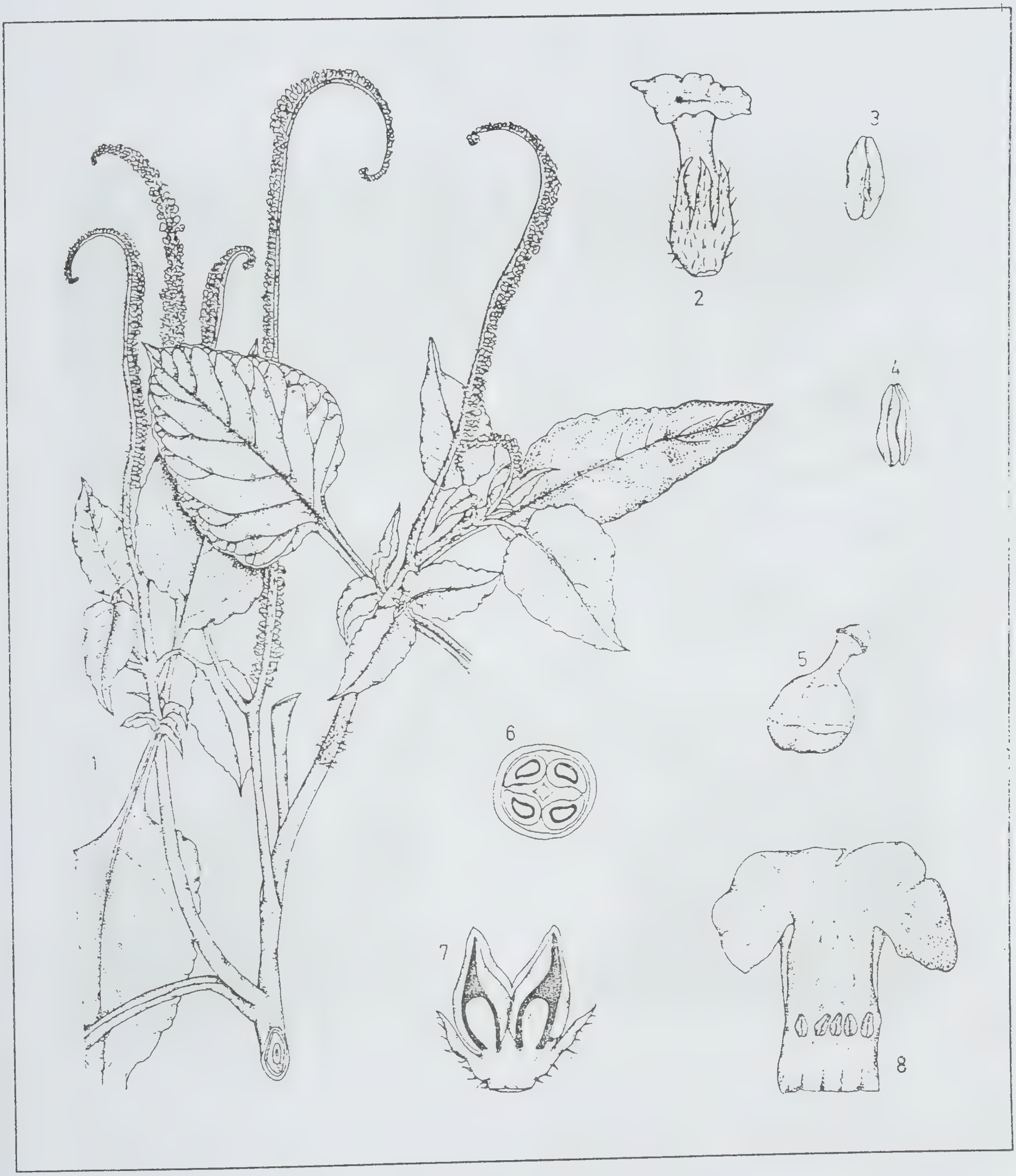
துணைநூல். Richard M.Fox and Jean M.Fox, *Introduction to Comparative Entomology*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1968.

தேள்கொடுக்கி

யானைவணங்கி, தேள்மணி, வண்டு நிற்கிற செடி, தேள்கொடுக்கிப்பூண்டு, தேள்கொடுக்கிச் செடி, ஆண்டைச் செடி, நக்கிப்பூ, உத்திரம் என்னும் பெயர்கள் இதற்குண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் ஹீலியோட்ரோபியம் இண்டிகம் (*Heliotropium indicum*) என்பதாகும். இது போரஜினேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. தேள்கொடுக்கியில் சிறுதேள் கொடுக்கு, பெருந்தேள்கொடுக்கு என இருவகைகள் உண்டு. பெருந்தேள்கொடுக்குக்குச் சுடுகாடுமீட்டான் என்னும் பெயருண்டு. இதனை ஈரமான தரிசு நிலத்திலும் நெல் வயலிலும் ஆற்றங்கரையிலும் உப்பளத்திலும் காணலாம். இதன் தண்டிலும் இலைகளிலும் ஆல்கலாய்டுகள் உள்ளன. இலை கறுப்புச் சாயத்தைத் தரும். இச்செடியில் பூக்களை டிசம்பர் - மார்ச் மற்றும் ஜூலை - செப்டம்பர்த் திங்களில் காணலாம். கனிகள் செடியில் ஆண்டு முழுதும் காணப்படுகின்றன.

செடி. இது நேராக வளரும் சிறுசெடி. இதன் உயரம் 60-75 செ.மீ. தண்டின் மீது ஆங்காங்கே மொசுமொசுப்பான மயிர் காணப்படும். இலைகள் தணியிலை அமைப்புடன் மாற்றடுக்கத்திலோ சற்று நேர் எதிராகவோ அமைந்திருக்கும். இலைக்காம்பின் நீளம் 8 செ.மீ; இலைகள் முட்டை அல்லது நீள் சதுர வடிவிலும் ஓரம் முழுமையாகவும் அடிப்பகுதியில் ஆப்பு வடிவமாகவும் இருக்கும். இலைப்பரப்பு நடுநரம்பிற்கு இருபுறங்களிலும் சமமாக இராது. இலையடிப்பகுதியில் மென்மயிர் அடர்த்தியாக உண்டாகி இருக்கும். மஞ்சரிக காம்புத் தனியாகவோ கவையாகப் பிளந்தோ இலைக்கெதிரில் உண்டாகியிருக்கும். சிறிய வெள்ளை அல்லது செங்கருநீலப்பூக்கள் இரண்டு வரிசைகளில் பட்டையான மஞ்சரிக்காம்பின் இருபுறங்களிலும் காணப்படும். மஞ்சரியின் நுனி சுருண்டிருக்கும். புல்லிவட்டம் 5, சமமில்லாத கதுப்புகளுடனிருக்கும் புல்லி இதழ்கள் ஈட்டி வடிவானவை; அல்லிவட்டம் சிறியது; குழல் போன்றது; 5 கதுப்புகளைக் கொண்டது; செடியில் பூக்கள் நீண்ட நாள்களுக்கு உற்பத்தியாகிக் கொண்டே இருக்கின்றன. நுனியில் பூ மொட்டுகள் இருக்கும்போதே கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள பூக்கள் மலர்ந்து காய்ந்து முற்றி உதிர்ந்துவிடுகின்றன. காய் பக்கவாட்டில் தட்டையாக்கப்பட்ட 2 கதுப்புகளையும் நுனியில் அலகு போன்ற அமைப்பையும் பெற்றிருக்கும். ஒரு செடியில் ஏறக்குறைய 10,000 விதைகள் உற்பத்தியாகின்றன. விதைகள் கோணவடிவிலும், மேல்பகுதியில் கொக்கிப் போன்றும் உள்ளன. இது ஒரு களைச்செடி; பூக்கள் உற்பத்தியாகுமுன் களைகளைக் கையினால் பிடுங்கி அழித்துவிடலாம்.

பயன்கள். இச்செடியைப் பசுந்தழையுரமாகப் பயன்படுத்தலாம். இச்செடிக்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் மருத்துவப் பண்பு உண்டு. தேற்கொடுக்கி இலைச்சாறு கசக்கும். இதனை நோயுள்ள பல்லின் ஈறுக்கும் முகப்பருவுக்கும் கண்ணோய்க்கும் பயன்படுத்துவதுண்டு. கிரந்தி நோய், புண், கொப்புளம், முகப்பரு, தோல் நோய், பூச்சிக்கடி, தேள்கடி ஆகியவற்றுக்கு இலையை அரைத்துப் பூச்சு மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். பெருந்தேள்கொடுக்கு இலைச்சாற்றைக் காதில் பிழியச் சீழ்வடிவதும் கண்ணிலிடக் கண் சிவத்தலும் நீங்கும். இலையையும் பூவையும் சாறெடுத்து வாய்க் கொப்புளித்துவரத் தொண்டைப்புண், தொண்டை இறுக்கம், தொண்டை வலி போகும். விதை வயிற்று வலியைப் போக்கும். வேர்ச்சாறு காய்ச்சலையும்



தேள் கொடுக்கி (*Heliotropium indicum*)

1. கிளை, 2. மலர், 3, 4. மகரந்தப் பைகள், 5. சூலகம், 6,7. சூல்பை, 8.அல்லிவட்டம்

தேள் மீன் (*Pterois lotans*)
தேள்துடுப்பு மூலம் இரையைப் பிடித்தல்

இருமலையும் போக்கும். பெருந்தேள்கொடுக்கு இலையை அரைத்து எடுத்து உட்கொள்ளக் காய்ச்சல் குணமாகும். சிறுதேள்கொடுக்கு சொறி, சிரங்கு, கரப்பான் ஆகியவற்றைக் குணமாக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

தேள் மீன்

இது ஸ்கார்ப்பியானிட குடும்பத்தில் ஸ்கார்ப்பியானிபார்ம்ஸ் வரிசையில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. தேளை ஒதத உருவமும், மீன்களை ஒத்த பண்புகளும் ஒருங்கே அமைந்து காணப்படுவதால் இதற்குத் தேள் மீன் (Scorpion fish-Pterios volitans) எனப் பெயர் வந்தது. இது பல தாடைகள் உள்ள மீன்களின் வரிசையின் கீழ்த் தொகுக்கப்பட்டுள்ள மீனினமாகும். [படம் - பக்கம் -580]

தேள் மீன் பாறைகளுள்ள குளிர்ந்த நீர்ப் பகுதி. மிதவெப்ப மண்டலக் கடல் பகுதிகளில் மிகுந்து காணப்படும். இது பெரும்பாலும் நீரின் அடிப்பகுதியிலேயே வாழும். இதன் உடல் கரடுமுரடான அமைப்பினைக் கொண்டுள்ளது. பெரிய வாய்ப்பகுதியில் தசைகளாலான நீண்ட முள்கள் காணப்படுகின்றன. இம்முளகள் பாதுகாப்பிற்கும் மற்ற விலங்கினங்கள் அறியாமல் மறைந்து கொள்ளவும் பயன்படுகின்றன. துடுப்புகளில் காணப்படும் முள்களில் நஞ்சும் காணப்படும். தேள் மீன் எனப் பெயர் வந்தமைக்கு இதுவும் ஒரு காரணமாகலாம். தேள் மீன்களிலேயே மிகவும் கொடிய நஞ்சும், பாதுகாப்புப் பண்புகளும் பெற்றது கல் மீன் (stone fish) ஆகும். இவ்வகை மீன்கள் குட்டிப்போடும் தன்மை உடையன. சில வகைத் தேள் மீன்கள் முட்டையிடும் தன்மை உடையன. ஆனால் இவற்றில் நச்சு முள்கள் காணப் படுவதில்லை.

- அ. சிவானந்தம்

தேற்றா மரம்

இதனை இல்லம், சில்லம், கதகம், தேறு, சிருங்காமரம், சில்லமரம், கல்கொட்டைமரம் என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன் தாவரப்பெயர் ஸ்ட்ரைக்னாஸ் பொட்டேட்டாரம் (Strychnos potatorum) என்பதாகும். இம்மரத்தை இந்தியா, இலங்கை, மியான்மர் நாடுகளில் காணலாம். மேற்குவங்காளம், தென்னிந்திய வறட்சிக் காடுகளில் 1200 மீ. உயரும் வரையில் இதைக் காணலாம்.

மரம். மரம் 13 மீ. உயரம் வளரும். இலைகள் அடர்பச்சை நிறமானவை. தளிர் இலைகள் ஏப்ரலில் உண்டாகின்றன. இலைகள் தாமிர நிறமும் முட்டை வடிவமும் பெற்றவை. இலைக்காம்பின் நீளம் 3 மி.மீ; பூவடிச்செதிலின் நீளம் 5 மி.மீ; பூக்காம்பின் நீளம் 2 மி.மீ; புல்லி இதழ்கள் 5 அல்லது 6. அல்லி இதழ்கள் வெண்மையானவை; மணமுடையவை. அல்லிக்குழலின் நீளம் 4.5 மி.மீ; அல்லி இதழ்கள் 5 அல்லது 6 காணப்படும். மகரந்தத்தாள்கள் 5 அல்லது 6; சூலகம் மயிர்களால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். சூலகமுடி இரண்டாகப் பிளவுற்றிருக்கும். பூக்கள் ஏப்ரல் ஜூனில் காணப்படும். கனிகள் கருநீலமாக, உருண்டையாக உள்ளன. கனித்தோல் மென்மையானது. விதைகள் வட்டமாகவும் 5 மி.மீ. நீளமாகவும் இருக்கும். விதை வெளியுறை தோல் போன்றது. ஒவ்வொரு கனியிலும் ஒரு விதையே காணப்படும். பழுத்த கனிகள் கீழே உதிர்ந்துவிடுகின்றன.

பயன்கள். இம்மரத்தின் கனி, கொட்டை முதலியவை மருந்துக்குதவுகின்றன. கொட்டை உடலுக்கு வலிமை தரும். வயிற்றுப் போக்கு, வெள்ளைநோய், கண் நோய்களுக்கும் இது உதவுகிறது. கொட்டையைத் தேனில் இழைத்துக் கற்பூரம் சேர்த்துக் கண்ணில் பூச நீர் வடிதல் நிற்கும். உடல் வெப்பம், நீர்ச் சுருக்குப் போகும்; இதன் கொட்டையைப் பாலில் ஊற வைதது நீரில் கழுவி உலர்த்திச் சிறுகீரைச் சாறுவிட்டுக் காய்ச்சி வற்றச் செய்து நீரில் கழுவி உலர்த்த வேண்டும். இதனைப் பொடித்து உட்கொள்ளச் சீதக்கழிச்சல், உடலில் உண்டாகும் குததல் வலி போகும. இதன் பொடியைத தேனிற்கலந்து கட்டிகளின் மீது பூசிவரக் கட்டிகள் விரைவில் பழுத்து உடையும். இதனை நீரில் கலந்து நாளும் இருவேளை உட்கொண்டுவர மார்புச்சளி, கோழைக்கட்டு இளகி வெளிப்படும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

தேன்

இது மது, மதுரம் என்றும் கூறப்படும். தேன் என்பது தேனீக்களால் மலர்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட குழைவான, நறுமணமுடைய சுவையான பொருளாகும். தேன் சேகரிக்கும் தொழிலில் பெண் தேனீக்களே (worker bees) ஈடுபடுகின்றன. ஏபிஸ் டார்சேட்டா (*Apis dorsata*) என்னும் பெரிய மலைத்தேனீ, ஏபில் இண்டிகா (*Aps indica*) என்னும் இந்தியத் தேனீ, ஏபிஸ் ஃபுளோரியா (*Apis floria*) என்னும் குறுந்தேனீ, மெலிபோனா இரிடிபென்னிஸ் (*Melipona iridipennis*) என்னும் கொசுத்தேனீ முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

தேன் சேகரிக்கத் தேனீக்கள் நாள் ஒன்றுக்கு 4-110 முறை பறந்து செல்கின்றன. தேனீக்கள் தங்கள் எடையில் 70-80% தேனைச் சுமக்க முடியும். தேனீக்கள் தேனைப் புளி, வேம்பு, புங்கம், நுணா, ரங்கூன்மல்லி, வன்னி, நெருஞ்சி, கிளிரிசிடியா ஆகியவற்றின் பூக்களிலி ருந்து மிகுதியும் சேகரிக்கின்றன. வாழை, எலுமிச்சை வகை, ஆப்பிள், பேரி,

பிளம், பீச், கொய்யா, மா, தென்னை, எள், குசும்பா, கடுகு, வெண்டை, குதிரைமசால், துளுக்கமல்லி, சரக் கொன்றை, பருத்தி முதலியவை மலர்த்தேனையும் மகரந்தத்தையும் தேனீக்களுக்கு அளிக்கும். மகரந்தம் மட்டும் மிகுதியாக அளிக்கும் தாவரங்களுள் சோளம், மக்காச்சோளம், ரோஜா, கம்பு, கேழ்வரகு, வரகு, தினை, மாதுளை, சர்க்கரைவள்ளி, கூடாரப்பூ, புகையிலை. ஆமணக்கு, பனை முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. ஒவ்வொரு செடியிலிருந்தும் தேனீக்கள் சேகரிக்கும் மகரந்தமோ பூந்தேனோ பருவத்திற்கு ஏற்பவும் வளரும் இடத்திற்கேற்பவும் மாறுபடுகின்றன.

பண்டைக் காலத்தில் எகிப்தியர் இறந்தவர் உடல்களை அழியாமற் பாதுகாக்கத் தேனைப் பயன்படுத்தினர். ஐரோப்பாவில் கரும்பு, பீட் முதலியவற்றிலிருந்து சர்க்கரையைத் தயாரித்துப் பயன்படுத்துவதற்கு முன் அங்குள்ள மக்கள் தேன் ஒன்றையே இனிப்பான பொருளாகப் பயன்படுத்தினர்.

தேனும் சத்துகளும். தேனீ மலர்களிலுள்ள பூந்தேனை உறிஞ்சித் தன் இரைப்பையில் கொண்டு வருகிறது. இங்குப் பூந்தேன் சில மாறுதல்களைப் பெற்றுத் தேனாகிறது. பூந்தேனிலுள்ள நீரின் அளவு குறைந்து சிறிது வேதி மாற்றங்களை அடைந்து தேனாக மாறுவது குறிப்பிடத்தக்கது. சுக்ரோஸ் என்னும் சர்க்கரை டெக்ஸ்ட்ரோஸ், லெவுலோஸ் ஆகிய சர்க்கைரைகளாக மாறும். கூடுகளுக்குத் திரும்பிய தேனீ இறுகிய தேனைத் தேனடைகளில் உள்ள அறைகளுக்குள் இட்டு மூடிச் சேமித்து வைக்கும். விசிறும் தேனீக்களால் தேனிலுள்ள மிகை நீர் ஆவியாகிப் பதமாக்கப்படுகிறது. கூடவே அதன் தலைப் பகுதியிலுள்ள சில சுரப்பிகளின் கசிவுகளும் கலக்கின்றன. இக்கசிவுகளில் ஃபார்கிக் அமிலம் உள்ளமை அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வமிலம் ஒரு நச்சு நீக்கியாகத் தேன் கெடாமலிருக்க உதவிபுரிகிறது. மலர்த்தேனிலுள்ள எளிதில் ஆவியாகும் நறுமணம் கொண்ட எண்ணெய் தேனில் இல்லை. தேன்கூட்டின் மேற்பகுதியில்தான் தேன் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

தேனில் ஏறக்குறைய 20% நீர், ஃபிரக்டோஸ், டெக்ஸ்ட்ரோஸ், லெவுலோஸ், சுக்ரோஸ் 5% ஆகியவை உள்ளன. மேலும் இரும்பு, செம்பு, மாங்கனீஸ், மெக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், சிலிக்கா, ஃபால்பேட், அசெட்டிக் அமிலம், மாலிக் அமிலம், சக்சினிக் அமிலம், வைட்டமின் A,B,C இன்வர்ட்டேஸ், டையஸ்டேஸ், பாஸ்ஃபட்டேஸ் முதலிய நொதிகள் உள்ளன.

தேன் கெடாமல் சேமித்து வைக்கப்படுவதற்கு அதிலுள்ள நீரின் அளவே காரணமாகிறது. தேனில் உள்ள நீரின் அளவு பூந்தேன் சேகரிக்கப்பட்டுள்ள தாவரத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். பருத்தி மலர்களில் உள்ள தேனில் 14.9% நீரும், வேப்பம் பூக்களில் உள்ள தேனில் 22.9% நீரும், கிளிரிசிடியா பூக்களில் கிடைக்கும் தேனில் 23.6% நீரும் இருக்கும். 1 லி. தேன் 1.5 கி.கி. நிறையைக் கொண்டிருக்கும். தேன் எவ்வகைப் பூக்களிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்டுள்ளதோ அதற்குத் தக்கவாறு அதன் நிறம் வேறுபடும். தேன் கண்ணாடி போன்று நிறமற்றது முதல் அடர் சிவப்பு நிறம் வரை இருக்கும். சிகைக்காய் மரத்திலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட தேன் இயம் பழுப்பு நிறமாகவும், கடுகுப் பூந்தேன் மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும்.

பயன்கள். தேன் ஆற்றல் தரும் உணவுப் பொருளாகக் கருதப்படுகிறது. பாலுடன் சேர்த்து அருந்த நிறைவான உணவாக உள்ளது. சிறு குழந்தைகளுக்கு உடனடி ஆற்றல் தருகிறது. 1.கி.கி. தேன், 5.கி.கி. பால், 1.5 கி.கி. இறைச்சி, 40 ஆரஞ்சுக்கனி, 50 முட்டைக்குச் சமமாகிறது. இது கனி, கனித்துண்டு ஆகியவற்றுடன் சேர்த்தும் உண்ணப்படுகிறது. கடவுள் வழிபாட்டிற்கும் தேன் பயனாகிறது.

தேனை அயல்நாட்டினர் மதுபானங்களைத் தயாரிப்பதற்கும், தோல் மற்றும் அழகு தைலங்கள் தயாரிப்பதற்கும், பந்தயக் குதிரைகளின் உணவிற்கும் பயன்படுத்துகின்றனர். சிகரெட், மெல்லும் புகையிலை, சவ்வுமிட்டாய் (chewing gum) ஆகியவற்றில் மணம் ஊட்டுவதற்குத் தேன் சேர்க்கப்படுகிறது. செடிகளின் தண்டுகளை வெட்டித் தேனில் தோய்த்து நட்டால் வேர் நன்றாக உற்பத்தியாகும். தேனில் செய்த திண்பண்டங்கள் விரைவில் கெடுவதில்லை.

ஆயுர்வேத, ஆங்கில மருத்துவ முறையில் கசக்கும் மருந்துகளைக் குழந்தைகளுக்குத் தரும்போது தேனில் குழைத்துத் தருவது வழக்கம். இது கசப்பைப் போக்கி வாந்தியைத் தடுக்கும். எந்த மருந்துடன் சேர்த்துத் தரப்படுகிறதோ அம்மருந்தின் செயலை இது கூட்டும். தேனை நேரடியாகவோ நீரில் சேர்த்தோ அருந்தச் செரிமானம் சீர்படும்; இரைப்பைக் கோளாறும் வயிற்று எரிச்சலும் நீங்கும். குருதியைத் தூய்மையாக்கிச் சிறுநீரைப் பெருக்கும்; மலையேறுபவர்களுக்கு இனிப்பான தேன் சிறந்த ஊட்டமுள்ள பொருள். இரவில் குழந்தைகள் படுக்கையிலேயே தம்மையறியாமல் சிறுநீர் கழித்துவிடுதலைச் சீர்படுத்த நீரில்

தேனைக் கலந்து காலை வேளைகளில் பருகத் தரலாம். இதனால் வயிற்றுப்பொருமலும் நீங்கும்.

பார்லிக் கஞ்சியுடன் தேனைக் கலந்து அருந்தச் செரியாமை, இருமல், தொண்டைப்புண் நீங்கும். கீல்வாதம் நீங்கக் கருஞ்சீரகத்தைப் பொடித்துச் சாறெடுத்துத் தேன் கலந்து அருந்த வேண்டும். கண்திரை மாற வெள்ளை வெங்காயச் சாற்றில் ஓரிரு துளி தேனைக் கலந்து அருந்தலாம். இனிப்பு மாதுளம்பழத்துடன் தேன் கலந்து அருந்த இதயநோய் விலகும். வெறிநாய்க்கடி நஞ்சு நீங்க, சீரகத்தைப் பொடித்துச் சாறெடுத்துத் தேன் கலந்து அருந்தலாம். பூச்சி கடித்த, தேள்கொட்டிய இடத்தில் தேனைத் தடவக் கடுகடுப்புக் குறையும். எலுமிச்சம்பழச் சாற்றுடன் தேன் கலந்து பருக நீர்க்கோவை, வாதநோய் போகும்.

தீப்புண்களுக்குத் தேனைத் தடவலாம். வசம்பை வறுத்துக் கல் உரலில் இடித்து தூளாக்கித் தேனில் குழைத்துத் தர, பாம்புக்கடி நஞ்சு நீங்கும். உடல் மீது காணப்படும் கட்டிகளுக்குக் கோதுமை மாவைத் தேனில் குழைதது வைத்துக் கட்ட, பழுத்து உடைந்து வலி நீங்கிக் குணமடையலாம். நீர்ச்சுருக்கு நீங்க அதிமதுரத்தைத் தூள் செய்து தேனில் குழைத்துச் சாப்பிடலாம். இருமல் சளி நீங்க அக்கரகாரம், சித்தரத்தை, கிராம்பு ஆகியவற்றைச் சூரணம் செய்து 2 குண்டுமணியளவு எடுத்துத் தேனில் குழைத்து உண்ணலாம். முருங்கைக்காய்ச் சாற்றுடன் சமஅளவு தேன் கலந்து பருக நீர்க்கோவை நீங்கும். தோல்படை, தினவு நீங்க நவச்சாரத்தைத் தேனில் உரைத்துத் தடவவேண்டும். முலைக்காம்புப் புண் குணமாகத் தேனைத் தடவலாம்.

சின்னஞ்சிறு குழந்தைகளுக்கு வெற்றிலைச் சாற்றோடு கலந்து மலமிளக்கியாகத் தேனைத் தருவர். செரிமான ஆற்றலுக்கு இஞ்சியை மேல் தோலைச் சீவித் துணடுகளாக்கி உலர்த்தித் தேனில் போட்டு வெயிலில் வைத்திருந்து நாளும் ஓரிரு வேளை 2-3 துண்டு இஞ்சியுடன் தேன் சிறிதளவு சேர்த்து உட்கொள்ளலாம். சீரகம் எடுத்து வறுத்துப் பொடித்துத் தேனில் குழைத்துத் தர விக்கல் நீங்கும். இரவில் படுக்குமுன் எலும்மிச்சம்பழச் சாற்றில் தேனைக் கலந்து குடிக்க, ஆழ்ந்த தூக்கம் கிட்டும். பாதாம் எண்ணெயும் தேனும் கலந்து முகத்தில் தடவிச் சிறிது நேரம் வைத்திருந்து அழுத்தித் துடைக்க முகம் மெருகு பெறும்.

தேனில் விழுந்த ஈ சிறிது நேரத்திற்குள் பறந்து சென்றுவிட்டால் அது நல்ல தேன் எனலாம். நீரில் ஒரு சொட்டுத்தேனை விடும்போது அது எங்கும் பரவாமல் இறங்குமாயின் அது நல்ல தேனாகும். விளக்குத் திரியைத் தேனில் தோய்த்துப் பயன்படுத்தினால் அந்தத் திரி எரிந்தாலும், தேன் துளி ஒரே இடத்தில் தேங்கி நிற்காமல் முத்தைப் போல் உருகத் தொடங்கினாலும் அது நல்ல தேன் எனலாம்.

- ஞா. ஸ்ரீதரன்
- கோ. அர்ச்சுனன்

துணைநூல். B.V. David and T. Kumarasamy, *Elements of Economic Entomology,* Popular Book Depot, Madras, 1982.

தேன்கூடு நுரையீரல்

எக்ஸ் கதிர்ப் படத்தில் பார்க்கும்போது தேன்கூடு போன்று தோற்றமளிக்கும் நுரையீரல்களைத் தேன்கூடு நுரையீரல் (honey comb lung) என்பர். நோய் ஏற்பட்டதன் விளைவாகவோ, பிறவி ஊனமாகவோ, இந்நிலை ஏற்படலாம். இதனை எக்ஸ் கதிர்ப் படம் மூலம் உறுதி செய்யலாமே தவிர, ஆய்வு மூலம் உறுதி செய்ய முடியாது. சிறு சிறு வட்டமாக, மெல்லிய சுவர்களுடன் கூடிய வட்டங்கள் நுரையீரலின் பல பகுதிகளில் காணப்படும். இழையச் சிற்றிடை - வெளி நோய்களில் (interstitial disease) இந்நிலை காணப்பட்டாலும், மிகவும் அரிய உறிஸ்டியோசைடோசிஸ், டியூபரஸ் ஸ்கிளிரோசிஸ் ஆகிய நோய் நிலைகளில், தேன்கூடு நிலை காணப்பட்டாலும், இந்நோயின் சிக்கலாக, திடீரென்று நுரையீரல் உறையினுள் (pleura) காற்றுத் தோன்றலாம். இதன் விளைவாகக் கடின மூச்சும், நுரையீரல் குருதிமிகு அழுத்தமும், வல வெண்ட்ரிக்கிள் முறிவும் தோன்றலாம். இதற்கெனக் குறிப்பிட்ட தனி மருத்துவம் ஏதுமில்லை.

- அ. கதிரேசன்

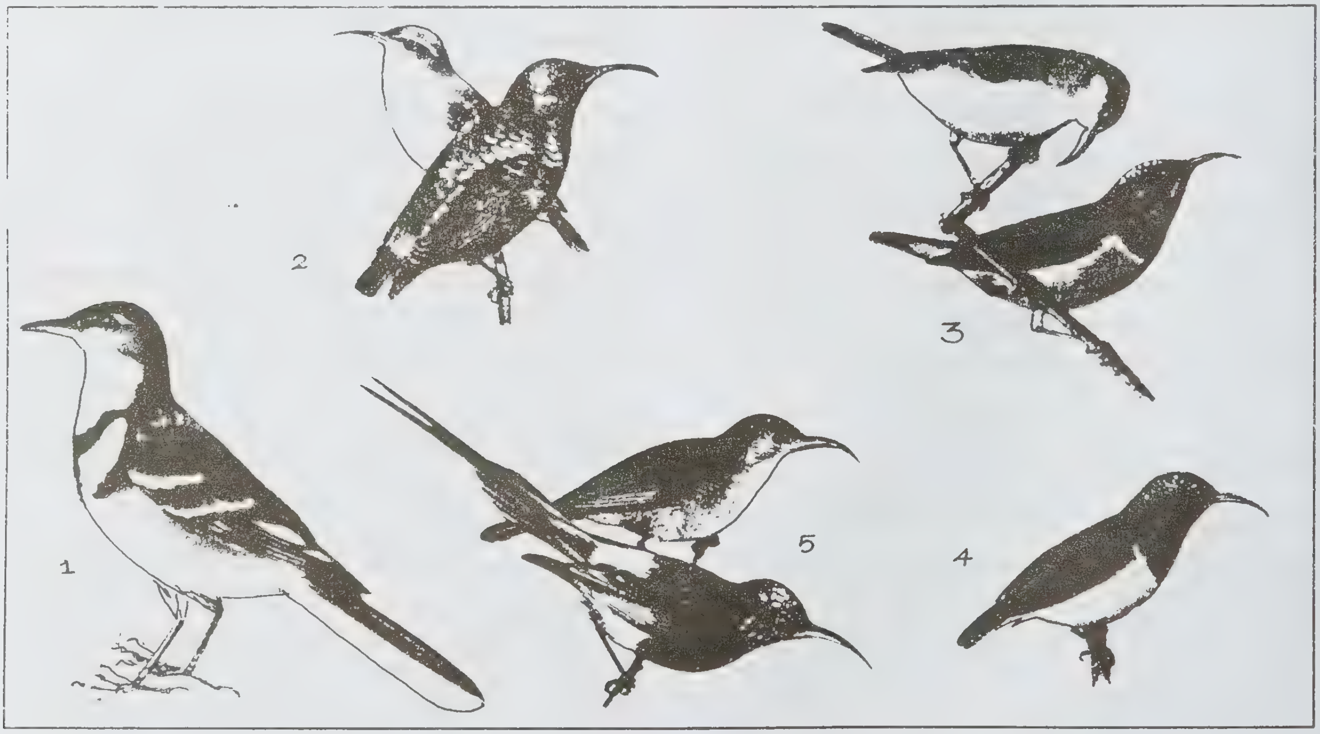
தேன் சிட்டு

இது பாசரி∴பார்மிஸ் வரிசையில் நெக்டாரிணிடே தடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. பெரும்பான்மையான தேன் சிட்டுக்கள் மிகவும் சிறியவை. தேன் சிட்டு மலர்களைச் சுற்றி வந்த வண்ணமாகவே இருக்கும். பாடும் பறவையை ஒத்த இதன் உடல் பல அழகிய பளபளப்பான இறகுகளால் மூடப்பட்டிருக்கும். வளைந்த நீளமான அலகுகளைக் கொண்ட இது உலகின் வெப்பப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

மலர்களில் தேன் உறிஞ்சும் பழக்கமுள்ள இப்பறவை, மலர்களின் உள்ளே தேனில் சிக்கியுள்ள சிறு பூச்சிளையும் உண்ணும். இதன் கூடு சிறிய பையைப் போன்று மரக்கிளைகளில் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். இனப்பெருக்கமிராத காலத்தில் ஆண் பறவை தன் அழகிய வண்ண இறகுகளை இழந்து கரு நிற இறகுகளைக் கொண்டு முதிர்ச்சி அடையாத ஆண் அல்லது பெண் பறவையை ஒத்திருக்கும்.

தேன் சிட்டின் நாக்கு குழாய் வடிவமாக உள்ளது. அலகு நீளமாகவும், கம்பு வடிவமாகவும், ஓரங்களில் ரம்பம் போன்றும் காணப்படும். குஞ்சு, வடிவத்தில் முதிர்ச்சியுற்ற பெண் பறவையை ஒத்திருக்கும். தேன் சிட்டின் வாழ்க்கை முறையில் வளர் கருஒட்டுண்ணி முறை (broad pararitism) சிறப்புப் பெற்றதாகும். இப்பறவை தன் முட்டைகளை மற்றப் பறவையின் கூட்டில் இட்டுவிடுகிறது. இது தன் இனப் பறவையை விட அளவில் சிறிய பறவைகளின் கூடுகளையே தேர்ந்தெடுக்கிறது. இவ்வாறு இடப்படுகின்ற முட்டைகள் வளர்ப்புப் பெற்றோர்களின் உதவியால் பொரிக்கப்பட்டு விடும். தேன் சிட்டு தன் முட்டைகளை மரங்கொத்தியின் கூட்டில் இடுகிறது. தேன்சிட்டுக் குஞ்சு தன் மூக்கின் மேல் உள்ள கொக்கியால் மற்றக் குஞ்சுகளைத் துன்புறுத்தும்; ஆனால் இந்தக் கொக்கிகள் குஞ்சுப் பொரித்த சில நாளகளுகருள் மறைந்துவிடுகின்றன.

பழுப்பு மார்புத் தேன் சிட்டு. இது குருவியை விடச் சிறியது. ஏறத்தாழ 14 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இதன் அலகு 3



1. பழுப்பு மார்புத் தேன்சிட்டு (*nocttarina lotewia wondsstrile bindustainca*) 2. ஊதாத் தேன்சிட்டு (*N. Aslatia asiatica*) 3. ஊதாவரித் தேன்சிட்டு (*N. Aslatica asiatica*) 4. சின்னத் தேன்சிட்டு (*N. Minima*) 5. மஞ்சள் முதுகுத் தேன்சிட்டு (*Aetho page siparaya selaarise*)

செ.மீ. நீளத்தில் கறுப்பாக இருக்கும். கண்ணின் விழிப்படலம் ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். ஆண் பறவை உடலின் மேற்பகுதி முழுவதும் கரும் பச்சையாக இளம் ஊதாப் பளபளப்போடு காணப்படும். வாலின் மேலுள்ள இறகுகள் கருநீலமாக இருக்கும். வால் பகுதி நீளமாக இருக்கும். கழுத்தும், தலையின் பக்கங்களும் இளம் ஊதா மற்றும் பளபளக்கும் பச்சை நிறமாக இருக்கும். கன்னம் மோவாய், மேல்தொண்டை ஆகியவை கரும் பச்சையாகவும் வயிறு கரும் பழுப்பாகவும் மார்பு ஆழ்ந்த ஊதா நிறமாகவும் இருக்கும். மார்பின் கீழ் ஒரு பழுப்புக் கலந்த சிவப்புப் பட்டையைக் காணலாம். பெண் பறவையின் உடலின் மேற்பகுதி பசுமை தோய்ந்த வெளிர் பழுப்பாக இருக்கும். வால் கரும் பழுப்பாகவும், இறக்கைகள் வெள்ளை விளிம்போடும் காணப்படும். உடலின் கீழ்ப் பகுதி மஞ்சள் தோய்ந்த வெண்மையாக இருக்கும்.

பழுப்பு மார்புத் தேன் சிட்டு தென்னிந்தியா முழுவதும் சமவெளிப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. மலர்கள் மலரும்போது இப்பறவை மலர் மரங்களிலும், செடி கொடிகளிலும் தேன் உண்பதைக் காணலாம். எருக்கம்பூ முதல் பன்னீர்ப்பூ வரை அனைத்து மலர்களிலும் அலகினை நுழைத்துத் தேனை உண்ணும். ஈக்கள் சிறு பூச்சிகள் ஆகியவற்றையும் தின்னும். இப்பறவையைக் குளிர் காலத்தில் மலர்கள் மலராத சமயத்தில் மிகுதியாகக் காண முடியாது.

இனபபெருககக் காலத்தில் ஆண் பறவை சிறு மரஙகளில் உயர அமர்ந்து இறக்கைகளை அவ்வப்போது விரித்துத் தன் அழகைக் காட்டி மிக இனிமையாகக் காலையிலும் பிற்பகலிலும் நெடு நேரம் தொடர்ந்து ஒலியெழுப்பும். இனப்பெருக்கக் காலம் ஆண்டு முழுவதும் இருப்பினும் இளவேனில் பருவத்தில் இனப்பெருக்கம் சிறப்பாகக் காணப்படும். பாசி, தூசி, குப்பை, காய்ந்த இலைச்சருகு, சிலந்தி நூல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு குறைந்த உயரத்தில் செடிகளில் தொங்கும் கூட்டினைக் கட்டும். பயன்படுத்தாத அறைகள், வீட்டு முற்றத்தில் தொங்கும் விளக்குகள் ஆகியவற்றிலும் மனித நடமாட்டம் மிகுந்த பகுதிகளிலும் கூடுகளை அமைக்கும். இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டைகளை இடும். முட்டைகள் சாம்பல் நிறம் தோய்ந்த வெண்மையாகச் செம்பழுப்புக் கறைகளோடும் புள்ளிகளோடும் காணப்படும்.

ஊதாத் தேன் சிட்டு. இது பழுப்பு மார்புத் தேன் சிட்டினைப் போன்ற தோற்றமும், வாழ்க்கை முறையும், இனப்பெருக்கப் பண்பும் கொண்டது. ஆனால் அளவில் சற்றுச் சிறியது. மார்பின் கீழ்க் காணப்படும் பட்டை வெளிர் செம்பு நிறமாக இருக்கும். இது தென்னிந்தியா முழுவதும் சமவெளிகளிலும், 1000 மீ. உயரம் வரையில் மலைகளிலும் காணப்படும்.

ஊதாப் பிட்டத் தேன் சிட்டு. இது ஊதாத் தேன் சிட்டை ஒத்திருக்கும். ஏறத்தாழ 11 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இதன் அலகும், கால்களும் கறுப்பாகவும், விழிப்படலம் ஆழ்ந்த சிவப்பாகவும் இருக்கும். ஆண் பறவையின் தலை, பிடரி, தோள்பட்டை ஆகியன பளபளக்கும் கரும்பச்சையாகவும் கழுத்து முதுகு, இறக்கைப் போர்வைச் சிறகுகள் ஆகியன செம்பழுப்பு நிறமாகவும், பிட்டம், வாலடிப் போர்வை இறகுகள், மோவாய், தொண்டை இவை பளபளக்கும் சிவப்பு ஊதா நிறமாகவும் காணப்படும். கழுத்தில் ஒரு செம்பழுப்புப் பட்டையைக் காணலாம். மார்புப் பகுதி ஆழ்ந்த மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். வயிறும் லாடியும் இளம் மஞ்சள் நிறமாகவும், வயிற்றின் பக்கங்கள் மங்கிய வெண்மை நிறமாகவும் இருக்கும்.

பெண் பறவை அளவில் சற்றுச் சிறியது. உடலின் மேற்பகுதி ஆழ் பச்சையாகவும், கீழ்ப்பகுதி மஞ்சளாகவும் இருக்கும். பழுப்பு மார்புத் தேன்சிட்டு, ஊதாத் தேன் சிட்டு இவற்றைப் போல இதுவும் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் இசையொலியை எழுப்பும்; இசை எழுப்பும்போது அங்குமிங்கும் திரும்பித் திரும்பி இறக்கைளை விரித்து விரித்துக் காட்டிக் குரல் கொடுக்கும்; தான் நாள்தோறும் அமர்ந்து பாடும் இடத்தின் அருகே இது கூடு கட்டத் தொடங்கும்.

சின்னத் தேன் சிட்டு. இது தேன் சிட்டுக்களுள் மிகச்சிறியது. ஏறத்தாழ 9 செ.மீ. நீளமுள்ளது. இதன் அலகும், கால்களும் கறுப்பாகவும், விழிப்படலம் செம்பழுப்பாகவும், முதுகுப் பகுதி ஆழ்ந்த சிவப்பாகவும், தலையுச்சி கரும்பச்சையாகவும் இருக்கும். இதன் உடலின் கீழ்ப் பகுதி மஞ்சளாகவும், தொண்டையும் கழுத்தும் செவ்வந்திச் சிவப்பாகவும் இருக்கும். இனப்பெருக்கம் செய்யாதபோது தலை, கழுத்து , மேல் முதுகு ஆகியவை ஆழ் பச்சையாக இருக்கும். கீழ் முதுகும், தோள்பட்டை இறகுகளும், இறகுப்

போர்வைச் சிறகுகளும் ஆழ்ந்த குருதிச் சிவப்பாக இருக்கும். இறக்கைகளும் வாலும் கறுப்பு நிறமாகவும், உடலின் கீழ்ப்பகுதி மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும்.

பெண் உடலின் மேற்பகுதி ஆழ் பச்சையாகவும் பிட்டம் வால் மேற்பார்வைச் சிறகுகள் ஆகியன சிவப்பாகவும் வால் பழுப்பாகச் சிவப்பு விளிம்புகளோடும் இருக்கும். மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைக்காடுகளில் காணப்படும் இது பிற தேன் சிட்டுக்களைப் போல் மலர்களில் தேனை விரும்பி உண்ணும்.

இதன் இனப்பெருக்கக் காலம் பிப்ரவரி - அக்டோபர் ஆகும். சிறு நுழைவாயிலோடு அமைந்த நீள் வட்ட வடிவமான கூட்டினைச் செடிகளில் 1-2மீ. உயரத்தில் தொங்கும்படியாகப் பாசி, மரக்கட்டை ஆகியவற்றைக் கொண்டு சிலந்தி வலை நூலோடு சேர்த்து அமைக்கும். கூட்டில் இரண்டு முட்டைகள் இடப்படும். முட்டைகள் பசுமை தோய்ந்த வெண்மையாகப் பச்சைப் பழுப்புப் புள்ளிகளுடன் காணப்படும்.

மஞ்சள் முதுகுத் தேன் சிட்டு. இது சிட்டுக் குருவியைவிட மிகச் சிறியது. ஏறத்தாழ 15 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். இதன் அலகும் கால்களும் கறுப்பாகவும், விழிப்படலம் சிவந்த பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். ஆண் சிட்டின் நெற்றியும் உச்சந்தலையும் கரும்பச்சையாகவும், பின் தலை, பிடரி இவை கறுப்பாகவும், தலையின் பக்கங்கள், பின் கழுத்து, முதுகுத் தோள்பட்டை இறகுகள், இறக்கைப் போர்வை இறகுகள் ஆகியன ஆழ் சிவப்பாகவும் இருக்கும். பிட்டம் மஞ்சளாகவும், வால் போர்வை இறகுகள் கரும்பச்சையாகவும், கத்தரிப்பூ நிறம் கலந்த கறுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். மோவாய், தொண்டை, மார்பு ஆகியவை சிறு மஞ்சள் கோடுகளோடு கூடிய ஆழ்ந்த சிவப்பு நிறமாக இருக்கும். மார்பின் சிவப்பை ஒட்டி ஒரு கறுப்பு பட்டை காணப்படும். வயிறும், வாலடியும் இளங்கருஞ்சாம்பல் நிறமாக இருக்கும். நீண்டு குவிந்து காணப்படும். பெண் சிட்டின் வால், ஆணின் வாலைவிட அளவில் சிறியது. பெண்சிட்டு உடலின் மேற்பகுதி மங்கிய பச்சையாகவும், கீழ்ப்பகுதி இளஞ்சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும். வாலடி, இறக்கையடிப் பகுதிகள் ஆகியன சற்று மஞ்சள் தோய்ந்து காணப்படும். இவ்வகைத் தேன் சிட்டை மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை சார்ந்த பகுதிகளின் அடர்ந்த காடுகளிலும், திறந்தவெளிக் காடுகளிலும், மலைப் பகுதிகளிலுள்ள பூங்காக்களிலும், தோட்டங்களிலும் காணலாம். கல்வாழை, செம்பருத்தி போன்ற மலர்ச் செடிகள் மலரும்போது அவற்றின் மலர்களில் தேனை விரும்பி உண்ண வரும். ஆணும், பெண்ணும் இணையாகவே காணப்படும். மலரினுள் குழல் போன்ற நீண்ட நாக்கினைச் செலுத்தித் தேனை உறிஞ்சிக் குடிக்கும். இது மலருக்கு மலர் தேன் உறிஞ்சுவதால் அயல் மகரந்த சேர்க்கைக்கு உதவுகிறது. எனவே தோட்டக்காரர்களுக்கு மிகுந்த நன்மையே எனலாம்.

ஜூன் - செப்டம்பர் இதன் இனப்பெருக்கக் காலமாகும். வேர், பாசி, நூல் முதலியன கொண்டு தாழ்வான புதர் போன்றவற்றில் கூட்டினைத் தொங்கவிடும். வால்பேரிக்காய் உருவில் மேற்பரப்பு அமைந்த நுழைவாயிலோடு கூடு அமையும்; இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டைகள் இடும். முட்டைகள், இளஞ்சிவப்பு நிறங்கொண்டு சிறு பழுப்புக் கறைகளோடு விளங்கும்.

– இரா. ஜெயசந்திரன்

துணை நூல். R. Patterson, *The Birds,* Time-Life International Publication, Netherland, 1964.

தேனீ

கணுக்காலித் தொகுதியில் அறுகால் பூச்சி மேல் வரிசையில் ஹைமெனாப்டிரா வரிசையில் தேனீ வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. இவ்வரிசையிலுள்ள தேனீ, எறும்பு, குளவி முதலியவை கூட்டு வாழ்க்கை (colonial life) நடத்தும் பண்புடையன. வட, தென் துருவங்கள் தவிர உலகில் ஏறத்தாழ அனைத்துப் பகுதிகளிலும் தேனீ காணப்படுகிறது. ஏறத்தாழ 10,000 ஈ இனங்கள் இருந்தாலும், தேனீ மட்டுமே மனிதனுக்குப் பயனாகிறது. தேனீ மலருக்கு மலர் தாவும் போது மலர்களிலுள்ள பூந்தேனை உறிஞ்சுவதோடன்றி அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படவும் உதவுகிறது. பூந்தேன் தேனீயின் இரைப்பையில் வேதி மாற்றம் பெற்று மகரந்தத் துகள்களுடன் கலந்து தேனாகிறது. தேனீ கொட்டும் என்று மனிதர் அஞ்சுவர். அது துன்புறுத்தப்பட்டால் தற்காப்புக்காகக் கொட்டுமே தவிர தானாகவே மனிதரைக் கொட்டுவதில்லை.

தேனீ பெருங்கூட்டமாக வாழும். ஒரு தேனீ மட்டும் தனியாக வாழ்ந்தால் ஒரு சில நாள்களே உயிருடனிருக்கும். ஆனால் கூட்டமாகப் பல ஆண்டுகள் வாழும். ஒரு கூட்டத்திலுள்ள பல்லாயிரக்கணக்கான தேனீக்கள் ஒன்றுபட்டு வியத்தகு பணிகளைச் செய்கின்றன. தேனீ தோட்டங்களிலும், வயல்களிலுமுள்ள செடிகளுக்குப் பறந்து சென்று பூந்தேனைச் சேகரித்து மரப்பொந்து களிலும், கிளைகளிலும் உள்ள கூடுகளிலும் வைக்கும் இயல்புடையது.

தேனீ சுவையான ஊட்டச்சத்து நிறைந்த தேனைத் திரட்டிக் கூட்டில் பதப்படுத்தி வைப்பதைக் கற்கால மனிதன்கூட அறிந்திருக்கிறான். எனவே தேனை எடுத்து உணவாகப் பயன்படுத்தியுள்ளான். தேனீயின் கூட்டு வாழ்க்கைப் பண்பு, சுறுசுறுப்பு, உழைப்பு, முன்னறிவு போன்றவற்றைப் பழங்கால கிரேக்க ரோமானியத் தத்துவ வல்லுநர்களும் தங்கள் நூல்களில் குறிப்பிட்டுள்ளனர். வடமொழியிலுள்ள இதிகாசங்கள், காவியங்கள், புராணங்கள், ஆயுர்வேதம் போன்ற மருத்துவ நூல்கள், குர்ஆன், பைபிள் போன்ற வேத நூல்கள் ஆகியவற்றிலும் தேனின் சிறப்புகளைப் பற்றிய குறிப்புகள் பொதிந்துள்ளன. அண்மைக்காலம் வரை காடுகளிலும் மலைகளிலும் உள்ள மலைத் தேனீயின் அடைகளிலிருந்து ஆதிவாசிகள் தேனைத் திரட்டித் தூய்மை செய்து விற்று வந்தனர். ஆனால் தற்போது தேனீ வளர்ப்பு முறை பரவலாகி நாட்டின் பல இடங்களிலும் தேன் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

பாறைத் தேனீ (*Apis dorsats*), கொம்புத் தேனீ (*Apis florea*), கொசுத் தேனீ (*Melipora irridipennis*), அடுக்குத்தேனீ (*Apis indica*) எனத் தேனீ வகைப்படுத்தப்படும்.

பாறைத் தேனீ. இது உருவில் பெரியது. கருவூதா நிறச் சவ்வுச் சிறகுகளும், கறுப்பு நிற உடலும் கொண்டது. கூட்டிலுள்ள சிற்றறைகளைச் சிமெண்ட் போன்ற பொருளால், நன்றாக வெயில் படும் பாறைகளின் மேல் கட்டுகிறது. தேனீயின் உமிழ்நீரால் நனைக்கப்படும் சிமெண்ட் பொடி காற்றில் விரைவாக உலர்ந்து தேனீயின் இளவுயிரிகள் வளரும் சிற்றறைகளில் மிகத் திண்ணிய சுவர்களாக உருவாகிறது. அடைகளின் மேல் பகுதியைத் தேனைத் திரட்டி வைக்கவும், கீழ்ப் பகுதியை முட்டையிட்டுப் புழுக்களை வளர்க்கவும் பயன்படுத்துகிறது. இத்தேனீ சினமடைந்து கொட்ட வருவதாலும் அடிக்கடி இடம் மாறுவதாலும் இதனை வளர்க்க இயலாது. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பே மேல் நாடுகளில் இதனைப் பரவச் செய்ய முயன்றும் பயனேற்படவில்லை.

கொம்புத் தேனீ. இது சிறிய அடைகளைப் புதர்ச் செடிகளில் கட்டுகிறது. இத்தேனடைகளில் தேன் கிடைப்பதில்லையாதலால் பெரும்பயன் கிட்டாது.

கொசுத்தேனீ. இது உருவில் மிகவும் சிறியது. இதற்குக் கொடுக்கு இராது. தேனை மிகக் குறைவாகச் சேமித்து வைப்பதால் கொசுத்தேனியாலும் மனிதனுக்குப் பயனில்லை.

அடுக்குத்தேனீ. இது மரப்பொந்துகளிலும், கிளை களிலும், வளைகளிலும், வீட்டுத் தோட்டங்களில் வைக்கப்படும் பெட்டிகளிலும் வசிக்கிறது. வரிசை வரிசையாகப் பல அடைகளைக் கட்டி, நடு அடைகளைப புழுக்களை வளர்ப்பதற்கும் மற்ற அடைகளைத் தேனைச் சேமித்து வைப்பதற்கும் பயன்படுத்துகிறது. இது அமைதியான தேனீ. அடிக்கடி இடம்விட்டு இடம் மாறாதது. எனவே இதனைச் செயற்கைக் ,கூடுகளில் வைத்து வளர்க்க முடிகிறது. இந்தியாவில் காணப்படும் நால்வகைத் தேனீக்களில் அடுக்குத் தேனீயே வளர்ப்பதற்கேற்றது. ஒவ்வொரு கூட்டத்திலும் கீழ்க்காணும் தேனீக்கள் உண்டு.

பணித் தேனீ (worker bees). இது உணவு சேகரித்தல், குஞ்சுகளை வளர்த்தல், கூட்டைப் பராமரித்தல் ஆகிய பணிகளைச் செய்கிறது.

ஆண்தேனீ (drone). இது சோம்பல் மிக்கது. இராணித் தேனீயுடன் புணர்தல் ஒன்றே இது செய்யும் பணியாகும்.

இராணித் தேனீ (queen hee). இராணித் தேனீயின் ஒரே பணி முட்டையிடலேயாகும்.

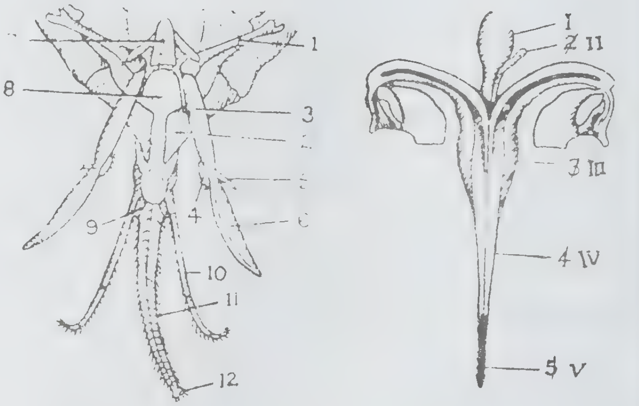
தேன்கூட்டில் 75% அறைகள் பணித் தேனீ வாழ்வதற்காகவே உருவானவை. 1 ச.செ .மீட்டரில் ஏறத்தாழ 10 அறைகள் இருக்கின்றன. வெற்றறைகள் ஒவ்வொன்றிலும்

இராணி ஈ ஒரு கருவுற்ற முட்டையிடும். இம்முட்டைகளிலிருந்து மூன்று நாள்களில் புழுக்கள் (grabs) வரும். இவற்றைப் பராமரிப்பது பணி ஈக்களின் பணியாகும். புழுக்களுக்கு முதலில் அரசக் கூழையும் (royal jelly) பிறகு மகரந்தமும் தேனும் கலந்த உணவுப் பொருளையும் ஊட்டி வளர்க்கின்றன. 4 நாள்களில் புழுக்கள் முழு வளர்ச்சியடைந்ததும் அவற்றின் அறைகள் மூடப்படுகின்றன. புழுக்கள் கூட்டுப் புழுக்களாகிப் பின்பு ஏறத்தாழ 12 நாள்களில் பணி ஈக்களாக உருமாற்றம் (metamorphosis) பெற்று வெளிவருகின்றன. பணி ஈ 50-80 நாள் உயிருடனிருக்கும். வேலை மிகுந்த காலங்களில் உழைப்பின் மிகுதியால் சில வேளைகளில் அதன் வாழ்நாள் குறைந்துவிடும். ஆனால் இராணி ஈ கூட்டத்தில் இராத காலங்களில் பணி குறைவாக உள்ளமையால் 120 நாள் கூட உயிர் வாழும். பணி ஈக்கள் முழு வளர்ச்சி அடையாத பெண் ஈக்களாதலால் இராணி ஈ இராத காலங்களில் முட்டை இடவும் செய்கின்றன. ஆனால் விந்துப் பெறாமல் முட்டையிடுவதால் இவையிடும் முட்டைகளிலிருந்து ஆண் ஈக்களே வெளிவருகின்றன.

தேனீயின் வயிற்றின் அடிப்பக்க மேற்பரப்பில் மயிர்களற்ற வழவழப்பான மெழுகு கண்ணாடி போன்ற பகுதிகள் உள்ளன. இவற்றில் மெல்லிய மஞ்சள் தகட்டு வடிவில் மெழுகு (wart) சுரக்கிறது. மெழுகு மிகுதியாகச் சுரந்ததும் தேனீ அதைக் கால்களால் வழித்தெடுத்துக் கொள்கிறது. பிறகு மேல் தாடைகளைப் பூச்சுக் கரண்டிகளாகப் பயன்படுத்தி, மெழுகினால் சிற்றறைகளை அமைக்கத் தொடங்குகிறது.

மெழுகு அடைகளைக் கூர்ந்து நோக்கினால் அவற்றின் அறுகோணச் சிற்றறைகள் மூவகையில் உள்ளமை

அடுக்குத் தேனீ (*Apis Indica*)



தேனீயின் வாய்ப்பகுதிகள்

அ. பணி ஈ ஆ. ஆண் ஈ.
இ. இராணி
ஈ தேனீயின் கொடுக்கு

I - நச்சுப்பை II - காரச் சுரப்பி,
III - மொட்டு IV - தண்டு
V - ஊசி உறுப்பு

1. கார்டோ
2. தாடை
3. காம்புகள்
4. லாசினியா
5. மேல்தாடை உணர்கொம்பு
6. தலையுறுப்பு
7. கீழ்த்தாடை
8. மோவாயுறுப்பு
9. உள் நாவு
10. கீழ்த்தாடை
11. நாவு
12. கீழுதடு

புலனாகும். அவை மிகச் சிறிய அறைகள், நடுத்தர அறைகள், கூம்புக் கனி வடிவ மிகப் பெரிய அறைகள் என்பன. மிகச் சிறிய அறைகள் பணி ஈக்களை வளர்ப்பதற்கும். நடுத்தர அறைகள் ஆண் ஈக்களை வளர்ப்பதற்கும், மிகப் பெரிய அறைகள் இராணி ஈக்களை வளர்ப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. இராணிச் சிற்றறைகளில் பெண் ஈக்கள் வளர்கின்றன. ஆண் ஈக்களின் சிற்றறைகளில் கருவுறாத முட்டைகளையும், மற்றவற்றில் கருவுற்ற முட்டைகளையும் இராணி ஈ இடுகிறது. குஞ்சுகளை வளர்ப்பதற்குத் தேவைப்படாமல் வெறுமையாயிருக்கும் சிற்றறைகளில் உணவு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

பணி ஈக்களில் சிறப்பாகச் சுரக்கும் மிகவும் ஊட்டச்சத்து வாய்ந்த பொருளாகிய அரசக் கூழ் தொடக்கத்தில் இராணிச் சிற்றறைகளிலுள்ள இளவுயிரி களுக்கு ஊட்டப்படுகிறது. சில நடுத்தரச் சிற்றறைகளில் வளரும் இளவுயிரிகளுக்கு மகரந்தமும், தேனும் உணவாகின்றன. பணி ஈக்கள் மலர்களிலிருந்து சேகரிக்கும் பூந்தேனைத் தம் வாயில் அரைத்துத் தேனாக மாற்றுகின்றன. மேலுமு புழு அறைகளையும் தேன் அறைகளையும் பூசுதல், தூய்மை செய்தல், மற்ற ஈக்கள் கொணரும் உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்துப் பாதுகாத்தல் போன்ற பணிகளில் ஈடுபடுகின்றன. இளம் ஈக்கள் இவ்வாறு ஏறத்தாழ 20 நாள் வரை கூட்டினுள் பணியாற்றிய பின்னர்தான் கூட்டைவிட்டு வெளியே பறக்க முயல்கின்றன. வெளியேறிய சில நாள் வரை மகரந்தத்தையும், பிறகு பூந்தேனையும் சேகரிக்கும் பணியை மேற்கொள்கின்றன.

பணித் தேனீ இளவுயிரிகளுக்கு உணவு ஊட்டுவதும், கூட்டைக் காவல் காப்பதும், பூந்தேன் சேகரிப்பதும், அடைகள் கட்டுவதும் உணர்வு மிகுந்த செயல்களாகத் தோன்றினாலும் இவை யாவும் இயல்பூக்கச் (instinct) செயல்களே என அறிவியலார் கருதுகின்றனர். இத்தகைய பணிகளைச் செய்வதற்கேற்றவாறு இத்தேனீயின் உறுப்புகள் அமைந்துள்ளன. அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை மலர்களிலிருந்து மகரந்தத்தைச் சேகரித்துக் கொண்டு வர இரு பின்காலிலும் உள்ள கூடை போன்ற உறுப்புகளேயாகும். தேனீ மலர்களிலுள்ள மகரந்தத்தைத் தாடைகளால் சுரண்டி எடுத்து உமி ழ்நீரால் நனைக்கின்றது. உடலில் ஒட்டிக் கொள்ளும் மகரந்தத்தைப் பின்கால்களிலுள்ள மயிர் வரிசைகள் அடர்ந்த சீப்பு உறுப்புகளால் துடைத்து எடுத்துக் கொள்கிறது. மகரந்தம் உருண்டைகளாக உருட்டப்பட்டுக் கால்களிலுள்ள குழிவுகளாகிய மகரந்தக் கூடைகளில் சேகரிக்கப்பட்டுக் கூட்டுக்கு கொண்டு வரப்படுகிறது. பூந்தேனை உறிஞ்சி எடுத்து வர நீண்ட குழாய் போன்ற வாயமைப்பும், வயிறும், மெழுகைச் சுரக்கும் சுரப்பிகளும், பகைவர்களிடமிருந்து காப்பாற்றிக் கொள்ளக் கொடுக்கும் உள்ளன.

கொடுக்கு மிகவும் கடினமான பற்கள் அமைந்த கைட்டின் முள்கள் உடையது. தேனீ, வயிற்றை வளைத்து கொடுக்கினால் எதிரிகளைக் குத்தி நச்சுச் சுரப்பிலிருந்து கசியும் நீர்மத்தைக் கொட்டுவாய்க்குள் செலுத்துகிறது. கொடுக்கு வளைந்துள்ளமையால் கொட்டு வாயிலிருந்து கொடுக்கு முள்ளை எளிதில் அகற்ற முடிவதில்லை. தேன் மிகுதியாகத் தரும் மலர்களிலிருந்து வரும் இரை தேடும் பணித்தேனீ, அடைகள் மீது சுற்றியோடி ஏனைய பணி ஈக்களைத் தன்பால் ஈர்க்கிறது. பிறகு இத்தேனீ கூட்டிலிருந்து வெளியே பறக்கும்போது ஏனைய பணி ஈக்கள் அதைப் பின் தொடர்ந்து தேன் மிகுதியாகத் தரும் மலர்கள் உள்ள இடத்துக்கு விரைகின்றன.

மலர்களிலிருந்து சேகரிக்கப்படும் மகரந்தத் துகளும் பூந்தேனும் தேனீக்களுக்கு இன்றியமையா உணவாகும். மகரந்தத் துகளைச் சோளம், கம்பு முதலிய சிறு தானியப் பயிர்களிலிருந்தும், வாகை, பனை, கொடுக்காப் புள்ளி, மா முதலிய மரங்களிலிருந்தும், பலவகை மலர்ச் செடிகளிலிருந்தும் சேகரிக்கிறது. வேம்பு, புளி, மா முதலியவற்றின் மலர்கள பூந்தேன் மிகுதியும தருவன. தேனீ எப்போதும் உணவுப் பொருள் மிகுதியாகக கிடைக்கும் மலர்களையே நாடிச் செல்லும். மகரந்தத்தை உண்டுவிட்டுத் தேனைச் சேமித்துப் பாதுகாத்து வைத்துக் கொளளும்.

தேனீயின் கூட்டுக் கண்கள் தலையில் மேல் பகுதியில் அமைந்துள்ளன. கீழ்ப்பகுதியில் வாயுறுப்புகள் உள்ளன. வாயில் இரண்டு மேல் தாடைகளும் இரண்டு கீழ்த்தாடைகளும் உள்ளன. கீழ்த் தாடைகள் பக்கவாட்டில் அசையும் தன்மையன. நீண்ட உறிஞ்சுகுழல் (proboscis) கீழ்நோக்கி உள்ளது. மலரின் ஆழமான அடிப்பகுதியிலிருந்து பூந்தேனை குழல் மூலம் உறிஞ்சி எடுக்கிறது. மலரில் பூந்தேன் சிறிதளவே இருந்தால், நாக்கின் நுனியில் அமைந்துள்ள கரண்டி போன்ற உறுப்பினால் (laballum) நக்கி எடுத்துவிடுகிறது. நாக்கு மெல்லிய புழுப்போல் சுருண்டும் முடியுடனும் நீளமாகவும் இருக்கும். நாக்கின் நீளம் தேனீயின் உடல் நீளத்தில் பாதி இருக்கும்.

பொதுவாகப் பணித் தேனீக்கள் முட்டையிடுவதில்லை. அவற்றின் கருத்தரிக்கும் உறுப்புகளும் வளர்ச்சியுற்றிருக்கா. எனவே இத்தேனீக்களில் பால் வேறுபாடு இராது. கூட்டத்தில் திடீரென இராணி ஈ இராமல் போக நேர்ந்தால் இளம் பணி ஈக்கள் தங்கள் உடலில் சுரக்கும் அரசக் கூழை

ஊட்டுவதற்குப் புழுக்கள் இராமற் போகலாம். இதனால் உடலில் தற்காலிகமாக ஏற்படும் சில வேதி மாற்றங்களினால் இப்பணி ஈக்கள் தாமே முட்டையிடும் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. ஆனால் அவை இடும் முட்டைகளிலிருந்து முன்பு சொன்னவாறு ஆண் ஈக்களே வெளிவரும். பணித் தேனீ பொதுவாக 12-15 மி.மீ. நீளமும், 5-6 மி.மீ. உயரமும் கொண்டது. மலர்களிலிருந்து சேகரிக்கப்படும் பூந்தேன் தேனீயின் உடலிலேயே பல மாற்றங்களை அடைந்து அரைப் பக்குவமாகிறது. பிறகு தேன் கூட்டில் முழுப் பக்குவமடைகிறது. மலர்களிலிருந்து சேகரம் செய்யப்படும் மகரந்தம் சிறிது தேனுடன் கலக்கப்பட்டு ஒரு பசையாக மாற்றப்படுகிறது. இதுவே வளர்ந்த ஈக்களுக்கும் குஞ்சுகளுக்கும் அளிக்கப்படும் உணவின் இன்றியமையாப் பகுதியான "தேனீ உணவு" ஆகும்.

தேனீயின் தலை முக்கோண வடிவானது. தலை முழுதும் சாம்பல் நிற மயிர் அடர்ந்திருக்கும். இரண்டு பெரிய, கரிய கண்கள் தலையின் இருமருங்கிலும் நீண்டுள்ளன. இககண்கள் ஒளிப்பதிவு செய்யும் நிழற்படங்களைப் போன்று, தனித்தனி நுனிகளில் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்குக் கூட்டுக் கண்கள் (compound eyes) என்று பெயர். இவையல்லாமல் தலையின் உச்சியில் மூன்று சாதாரணக் கண்கள் (simple eyes) உள்ளன.

தேனீயின் கரிய தலைப்பகுதிகளில் 12 கணுக்கள் கொண்ட உணர் கொம்புகளைக் (antennae) காணலாம். தலை மார்புடன் (cephalo thorast) மென்மையான வெண்மை நிறக் கழுத்தில் தலை பொருந்தியுள்ளது. மேலும் ஒளி ஊடுருவும் ஈரிணை இறகுகளும், வெவ்வேறு அமைப்புள்ள மூன்று கால்களும், கறுத்த மார்பும், ஓயாது அசையும் அடிவயிறும் (abdomen) தேனீயின் புறவுறுப்புகளாகும்.

ஆண் தேனீ. இது பணி ஈக்களைவிட உருவத்தில் சற்றுப் பெரியது; கருநிறமானது; இராணி ஈக்களின் அறை (queen chamger) கட்டப்படுவதற்கு முன்பே ஆண் ஈக்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. பணி ஈக்களின் அறையைவிட ஆண் ஈக்களின் அறை சற்றுப் பெரியதாகவும் 1 ச.செ.மீட்டருக்கு ஏறத்தாழ 20 ஆகவும் இருக்கும். இவ்வறைகள் ஒவ்வொன்றிலும் இராணி ஈ கருவுறாத ஒரு முட்டையை இடும். ஏறத்தாழ 3 நாள்களில் இம்முட்டைகள் பொரிந்து இளம் புழுக்களாக மாறுகின்றன. இப்புழுக்களுக்கு முதலில் அரசக் கூழும் சில நாள் சென்றபின் தேனும் மகரந்தமும் கலந்த உணவும் அளிக்கப்படுகின்றன. புழுக்கள் 5-7 நாள்களில் முழு வளர்ச்சியடைகின்றன. பிறகு இவ்வறைகள் நடுவில் ஒரு சிறிய துளையுடன் சற்றுப் புடைப்பாகப் பூசப்படும். 15-18 நாள்களில் ஆண் ஈக்கள் வெளிவந்து 60-70 நாள்கள் வரை உயிர் வாழும். ஆண் ஈ இனப்பெருக்கக் காலங்களில் தேவைக்கு மேல் வளர்க்கப்படும்.

இராணீத் தேனீ. செழுமையான தேனீக் கூட்டத்தில் பல்லாயிரக்கணக்கான பணி ஈக்கள் இருப்பினும் ஒரே இராணி ஈயே இருக்கும். ஆயினும் இராணி ஈயை இனமறிந்து கொள்வது எளிது. பணி ஈயைவிட 1 அல்லது 2 மடங்கு பெரிதானது. பணி ஈயைவிட எடுப்பான தலையும், பெரிய கூட்டுக் கண்களும், கண்களுக்கிடையில் நீண்ட இடைவெளியும் காணப்படும். மேலும் பணி ஈயின் கண்களைவிட இதன் சாதாரணக் கண்கள் மிகுதியும் நீண்டுள்ளன. 12 கணுக்களுள்ள கொம்புகளும் மாறுபட்டுள்ளன. இராணி ஈக்கு மெழுகு சுரக்கும் சுரப்பிகளும், மகரந்தத்தை எடுத்துச் செல்லும் உறுப்பும் இல்லை. இராணி ஈயின் முட்டையிடும் குழல் 4 முள்கள் கொண்ட வளைந்த கொடுக்காகும். அஞ்சும் இயல்புடைய இராணி ஈ எதிரிகளுக்காக என்றுமே இக்கொடுக்கைப் பயன்படுத்துவதில்லை. ஒவ்வொன்றிலும் 100-200 முட்டைக் குழல்களைக் கொண்டுள்ள இரண்டு சினைப் பைகளைத் தாங்கும் நீண்ட கூம்பிய அடி வயிறு, மடிந்த, சற்றே வலிமை குறைவான இறகுகளுக்குக் கீழே மிகுதியும் நீண்டுள்ளது.

தேனடையில் சிற்றறைக்குள்ளிருந்து வெளி வந்த 40-50 மணிக்குள்ளாகவே இளம் இராணி ஈக்கள் முதன்முறையாகக் கூட்டுக்கு வெளியே பறந்து சென்று கூடு இருக்குமிடத்தையும் சுற்றுச் சார்பையும் தெரிந்து கொள்ளும். சில நாள்கள் கழித்துக் கன்னி இராணி புணர்ச்சிக்காகக் கிளம்புகிறது. இராணி ஈ ஆண் ஈயொன்றைச் சந்தித்துவிட்டால், பறக்கும்போதே புணர்ச்சி நடைபெறும். புணர்ச்சிப் பறப்புக் காலம் முடிந்து, இறுதிப் பறப்பிலிருந்து திரும்பிய பினபு, இராணி தேனீ முட்டையிட ஆயத்தமாகிறது.

பொதுவாகத் தேனீக் கூட்டத்தில் இராணித்தேனீ குளிர்கால இறுதியிலிருந்து கோடைக்கால முடிவு வரை நாள்தோறும் முட்டையிடுகிறது. தொடக்கத்தில் 10-55 முட்டையிடும். பிறகு நூற்றுக்கணக்கிலும், இனப்பெருக்க உச்சக் கட்டத்தில் 1500 வரையும் முட்டைகளிடும். ஓர் இராணி ஈ தன் எடையைப் போல் 100 மடங்கு மிகுதியான முட்டைகளை இடுகிறது.

வசந்தகாலத்தில் தேனடைகளின் கீழ்ப்பகுதியில் முலைக்காம்புகளைப் போன்ற சில சிற்றறைகள் கட்டப்படுகின்றன. தாயாகிய இராணி ஈ ஒவ்வோர் அறையிலும் ஒரு முட்டையிடும். இம்முட்டைகளிலிருந்து 3 நாள்களில் புழுக்கள் வெளிவந்து கூழ் போன்ற ஒரு நீர்மத்தில் மிதந்து கொண்டிருக்கும். இந்நீர்மம் இளம் பணித் தேனீகளின்

தலையிலுள்ள சில சுரப்பிகளிலிருந்து சுரப்பதாகும். இதுவே அரசக் கூழ் எனப்படும். ஊட்டம் மிகுந்த இவ்வுணவை உண்டு 5-7 நாள்களில் புழுக்கள் முழுவளர்ச்சி அடைந்ததும், பணி ஈக்கள் அவற்றின் அறையை மெழுகால் மூடிவிடுகின்றன. புழுக்கள் அறைகளுக்குள் கூட்டுப் புழுக்களாகி ஏறத்தாழ 8-10 நாள்களில் இராணி ஈக்களாக வெளிவருகின்றன.

புதிய இராணி ஈ வெளியே பறக்கும்போது பல ஆண் ஈக்களால் தொடரப்பட்டு, பிறகு பறக்கும்பொழுதே ஆண் ஈ ஒன்றுடன் இணைந்து தன் கூட்டிற்குள் திரும்பி வந்து 2 அல்லது 3 நாள்களில் முட்டையிடத் தொடங்கும். இராணி ஈ தன் வாழ்நாளில் ஒரே ஒரு முறையே ஆண் ஈயுடன் கூடும். அப்போது ஆண் ஈயிடமிருந்து பெற்ற விந்தைத் தன்னிடமுள்ள ஓர் உறுப்பில் சேமித்து வைத்துக்கொண்டு சூலகத்தில் அவ்வப்போது முதிரும் கருவுடன் சேர்த்துக் கருவுறச் செய்யும். இவவாறு கருவுற்ற முட்டைகளிலிருந்து பெண் ஈக்களும், கருவுறாத முட்டையிலிருந்து ஆண் ஈக்களும் வருகின்றன. பணி ஈக்களும் இராணி ஈயும் ஒரே வகை முட்டைகளிலிருந்து வருவன. ஆனால் இவை வளரும் இடத்தையும், ஊட்டப்படும் உணவையும் பொறுத்து இராணி ஈயாகவோ பணி ஈக்களாகவோ மாறுகின்றன.

ஒரு கூட்டத்தில் ஓர் இராணியே இருக்க முடியும். மற்றொன்று இருக்க நேர்ந்தால், அது உடனே சில ஈக்களுடன் கூட்டமாகப் பிரிந்து வெளியேறிவிடும் அல்லது சண்டையில் கொல்லப்பட்டுவிடும். இராணி ஈ தன் எதிரியான பிறிதோர் இராணி ஈயின் மீதே தன் கொடுக்கைச் செலுத்தும் என்பர்.

தேனீக் கூட்டம் எந்த நேரத்திலும் விழிப்புடன் காணப்படும். உணவை எதிர்பார்த்திருப்பது அல்லது உணவைத் தேடிச் செல்வது, வளர்ப்பு ஈக்களுக்கு உணவு கொடுப்பது, கூட்டுக்கு நீர் கொண்டு வருவது அல்லது பூந்தேனிலிருந்து நீரைப் பிரிப்பது, அடைகள் கட்டுவது, சிற்றறைகளைத் தூய்மை செய்வது, தேன் கூட்டிற்குக் காற்றோட்டம் உண்டாக்குவது, கூட்டில் வெப்பத்தைக் குறைப்பது அல்லது பெருக்குவது முதலிய பணிகள் எப்பொழுதும் நடந்து கொண்டே இருக்கும். சில பணிகள் பகலில் மட்டுமே நடக்கின்றன. மற்றவை பெரும்பாலும் இரவு நேரத்தில் செய்யப்படுகின்றன. தேன் கூட்டி நிகழம் பணிகள் அனைத்தும் பணி ஈக்களால் மட்டுமே செய்யப்படும்.

தேன் சேகரிக்கத் தேனீ ஏறத்தாழ 2 கி.மீ. தொலைவு பறக்கக் கூடியது. இது ஏனைய விலங்குகளைத் தங்கள் கூடுகளைக் கலைக்கவோ தங்களைத் துன்புறுத்தவோ விடுவதில்லை. மிகுதியாகத் துன்புறுத்தப்பட்டால் கடுமையாகக் கொட்ட கூடியதாகையால் சிறிது புகையைக் காட்டித் தேன் எடுக்கலாம்.

தேனீயின் எதிரி. பிற உயிரினங்களைப் போல தேனீக்கும் பல பகைகளுண்டு; அவற்றுள் மெழுகுப பூச்சி என்பது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. இப்பூச்சி கூட்டினுள் புகுந்து முட்கைளிடும்போது அவை புழுக்களாக மாறி அடைகளைத் தின்று அழிக்கும். அதனால் தேனீக்கள் கூட்டைவிட்டு ஓடிவிடும். கட்டெறும்பு மாரிக் காலங்களில் மிகுதியாகத் தோன்றித் தேனீக் கூட்டங்களில் புகுந்து, ஈக்களையும் புழுக்களையும் கொன்றுவிடும். சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும தேனையும் மகரந்தத்தையும் கூட அவை விட்டு வைப்பதில்லை. கதண்டு என்னும் வண்டு தேன்கூட்டினுள பாய்ந்து தேனீக்களைப் பிடிக்கும். தேன் தின்னும் பறவையும (bee eater) வலியன் என்னும் கருங்குருவியும் மலர்க் கொம்புகளில் அமர்ந்து தேனீக்களைக் கவ்வி விழுங்கும பல்லி, ஓணான், தவளை முதலியவை தேனீ வாழுமிடத்தின் முகப்பில் தங்கியிருந்து தேனீயைப் பிடித்து விழுங்கிவிடும் கரடி தேன் கூட்டிலுள்ள தேனீக்களை விரட்டிவிட்டு ஒரே மூச்சில் தேன் முழுவதையும் உண்டுவிடும

தேனீயின் இயல்புகள். தேனீ கூடி வாழும இயல்புடையது. ஆயினும் மற்றொரு கூட்டிலுள்ள ஈக்களைத தம் கூட்டிற்குள் புகவிடுவதில்லை. புதிய ஈக்கள் வந்து நுழைவதை அவற்றிடமுள்ள ஒருவித மணத்தால் உடனே கண்டுபிடித்து விரட்டிவிடும். ஆனால் ஆண் ஈக்களிடம் இம்மணம் இராமையால் அவை பிற கூட்டிற்குள் நுழைந்தால் அவற்றைத் தடுப்பதில்லை. தேனீ எங்குச் சென்றாலும் பழைய இடத்திற்குத் திரும்பி வந்துவிடும.

ஒவ்வொரு கூட்டிற்கும் ஓர் இராணி ஈ வேண்டியுள்ளமையால் வசந்த காலங்களிர் தேனீக் கூட்டத்தில் பல இராணி ஈக்கள் உற்பத்தியாகின்றன. பிறகு ஒவ்வோர் இராணியும் பல ஈக்களுடன் வெளிச் சென்று ஒரு தனிக் கூட்டமாக வாழ்கிறது. காலை நேரத்திலே பூக்கள் மிகுதியாக மலருமாதலால் பணி ஈக்கள் அந்நேரத்திலேயே மிகவும் சுறுசுறுப்பாகப் பணி செய்கின்றன.

தேனீயின் உடலமைப்பு. தேனீயின் உடல் தலை, மார்பு, வயிறு என்னும் மூனறு பிரிவுகளை உடையது. பணித்தேனீ ஏறக்குறைய 0.5 செ.மீ. நீளமுடையது. இராணித் தேனீ நீளமாகவும் ஒடுங்கியுமிருக்கும். ஆண் தேனீ எடை மிகுந்தும் மயிரடர்ந்துமிருக்கும். தேனீயின் உறுப்புகள் அனைத்தும் அவற்றின் பணிக்கேற்ப அமைந்துள்ளன. அவை உணவு சேகரிக்கவும் கூட்டைப் பாதுகாககவும, பகைவர்களைத் துரத்தவும் தேனீக்குப் பயனாகின்றன.

தேனீயில் தலையில் முன்பக்கமுள்ள இரண்டு மெல்லிய உணர் கொம்புகள் மூக்குப் போல் உதவுகின்றன. அவை

தொடுவதற்குப் பயன்படுவதில்லை; மணம் அறியவே பயன்படுகின்றன. ஆண் தேனீ கூரிய மணம் நுகரும் இயல்பால் இராணி ஈ இருக்குமிடத்தை எளிதில் அறிந்து கொள்கிறது. இராணி தேனீ உணவு தேடுவதையோ துணைத் தேடுவதையோ மேற்கொள்வதில்லை. தன் கூட்டினைச் சாராத பிற தேனீக்களை மிக எளிதில் அறிந்து கொள்ளும் ஆற்றல் உடையது. தேனீயின் தாடைகள் கத்திரிப்போல் அமைந்துள்ளன. இராணி [illegible]யின் தாடைகளில் பற்களுண்டு. [illegible]ரியின் தலை மென்மையானது.

தேனீக்கு நான்கு சிறிய சிறகுகள் உள்ளன. தேனீ பறக்கும்போது சிறகுகள் நிமிடத்திற்கு 20,000 முறை அசையும். சிறகுகள் சிறியவையாயினும், அவற்றை இயக்கும் தசைகள் வலிமையுடையன. அதனால் தேனீ தன் எடை [illegible]குந்த தேனையும் சுமந்து செல்கிறது. தேனீயின் சிறகுகள் மேலும் கீழுமாக அசைவதில்லை. மேலே கிளம்பி [illegible] பின் கீழே இறங்கிப் பின்புறம் இயங்கும். [illegible] செலுத்திகள் (propellers) போல் உதவுகின்றன. [illegible] முன் பக்கச் சிறகுகளின் பின் விளிம்பில் ஒரு சிறு [illegible].

[illegible] கால்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு காலிலும் சிறிய [illegible]களும் சிறிய [illegible] மெத்தைகளும் உள்ளன. இவை [illegible]களின் இதழ்களில் நடக்கவும் கூட்டின் கூரையில் [illegible] கீழாக நடக்கவும் உதவுகின்றன. உடலின் ஏனைய பகுதி போலவே கால்களும் மென்மயிர் நிறைந்தனவாக இருக்கும். இம்மயிர் மகரந்தத்தைச் சேகரிக்க உதவும். பணித்தேனீயின் கால் ஒவ்வொன்றிலும் [illegible] சீப்புப் போல வரிசையாகக் காணப்படும். இ[illegible] தேனீ உணர் [illegible]ள்ள மகரந்தத்[illegible] [illegible]தெடுக்கும். முன் காலிலுள்ள மகரந்தத்தை வழித்தெடுக்க நடுக் கால்களிலுள்ள சீப்புகளுடன் மகரந்தக் கூடைகள் (Pollen baskets) உள்ளன. பின்கால்களில் உள்ள சீப்புகள் நடுக்கால்களிலுள்ள மகரந்தத்தை வழித்து மகரந்தக் கூடைகளில் சேமித்து வைக்கும். தேனீயின் வாயிலுள்ள மகரந்தம் கூடைகளிலிருந்து வழிந்துவிடாமல் ஒட்டியிருக்கச் செய்யும்.

பணித்தேனீயின் வயிற்றுப் பின் பகுதியிலுள்ள கொடுக்கு வளையாதது. இதன் நுனியில் சுணைகள் தடுத்துவிடும். அதனால் பணித்தேனீ ஒரு முறை கொட்டியதும் இறந்துவிடும். எனவே பணித்தேனீ, எதிரி வந்து தாக்கினாலன்றிக் கொட்டுவதில்லை.

ஆண் தேனீக்குக் கொடுக்கில்லை. இராணித் தேனீக்குக் கொடுக்குண்டு. அது மென்மையாகவும் வளைந்துமிருக்கும். அதில் சுணைகள் இல்லை. இராணித் தேனீ தன் கொடுக்கைப் பகையான இராணித் தேனீயைக் கொட்டுவதற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தும். இராணித் தேனீயின் கொடுக்கில் சுணைகளிராமையால் அது தன் கொடுக்கைப் பலமுறை பயன்படுத்தும்.

தேனீவளர்ப்பு. இது இருபாலரும் மேற்கொள்ளக் கூடிய ஒரு சிறந்த குடிசைத் தொழிலாகும். இத்தொழிலைச் செய்ய மிகுந்த இடமும், பொருளும், எந்திரங்களும், ஒவ்வொரு நாளும் கவனிக்க வேண்டிய தேவையுமில்லை. தேனீ வளர்ப்பதால் மிகுந்த ஊட்டமும் இனிமையும் மிகுநத உணவாகிய தேனும், கூட்டிலிருநது தேன் மெழுகும கிடைக்கின்றன. தேனீ வளர்ப்புத் தொழில் பலருக்குப் பணி வாய்ப்பு அளிக்கும். தேனீக்களின் சமூக வாழ்க்கை முறையிலிருந்து பல படிப்பினைகளையும் கற்கலாம். தேனீ வளர்ப்புத் தொழிலை மேற்கொண்டால் இயற்கையையும் அதன் கொடையையும் அறிந்து மகிழலாம். தேனீ வளர்ப்பதற்கு மரத்தால் செய்த தேன் கூடு. தேனீக்களை அடக்குவதறகாக ஒரு புகைப்பி (smoker), தேனீ முகத்தில கொட்டாதபடித் தடுக்க முகமூடி, கையில் கொட்டாதபடித தடுக்கக் கையுறை, கத்தி, இராணித் தேனீத் தகடு, இராணித் தேனீயை அடைத்து வைக்கக் கூடு, தேன் எடுக்கும் கருவி முதலியன தேவைப்படும்.

தொடக்ககாலத் தேன் கூடு உருளை வடிவானது. மரங்களின் அடிப்பகுதிகளை நடுவில் குடைந்து உள் கூடு ஏற்படுத்திப் பயன்படுத்தினர். தேனும் மெழுகும் எடுப்பதற்காகத் தேனீக்களைக் கொல்ல வேண்டியிருந்தமையால் இம்முறை வசதியாக அமையவில்லை. பல பகுதிகளில் அமைந்த சட்டத் தேன்கூடு தேனீ வளர்ப்பில் ஒரு புதுமையாகும். இவ்வமைப்பில் தேனுள்ள சட்டங்களை எளிதாக வெளியே எடுக்கலாம். தேனீக் கூட்டத்தையும், தேனீக்கூட்டையும் முறையாகக் கண்காணித்தல், நாளும் கூட்டைத் தூய்மை செய்தல், பயனற்ற அடைகளை அகற்றுதல் முதலியன தேனீ வளர்ப்பில் இன்றியமையாதவை.

தேன் கூடு. இக்காலத்தில் பயன்படுத்தும் தேன்கூடு, ஈக்களுக்கும், வளர்ப்போருக்கும் வசதியானது. ஈக்களின் பருமனுக்கும் தேனீக் கூட்டத்தின் அளவுக்கும் மலர்த் தாவரங்களின் பரப்பிற்கும் தக்கவாறு கூடுகள் அமைக்கலாம். தென்னிந்தியாவில் தேனீ வளர்ப்புத் தொழிலை முதன் முதலில் அறிமுகப்படுத்திய நியூட்டன் பாதிரியார் என்பார் நினைவாக வழங்கப்படும் நியூட்டன் இப்போது தேனீக்கூடே தற்பொழுது பயன்பட்டு வருகிறது.

நியூட்டன் கூடு. இது தனித்தனியாக அடுக்குகள் உடையது. அடிப்பெட்டி, மேற்பெட்டி போல் 2 மடங்கு உயரமிருக்கும். இவை ஒன்றின் மேல் ஒன்று பொருந்துமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இரண்டாம் பெட்டிக்கு மேல் கூரை தனியாகச் செய்து பொருத்தப்படும். கூரை சரிவாக உள்ளமையால் மழைநீர் வழிந்து ஓடிவிடும். கூரைப் பெட்டியின் அடியில் உள்ள பலகை, தேனீ கூரை வரையில் போகாமல் தடுக்கும். ஆனால் காற்றோட்டம் உண்டாக்கு வதற்கு இப்பலகையிலும் கூரையின் புறப் பலகையிலும் இரும்பு வலையால் மூடிய துளைகள் இருக்கும்.

தேன்கூட்டின் பெட்டிகளின் மேலே தேன் அறையும் (honey chamber) கீழே குஞ்சு அறையும் (brood chamber) காணப்படும். இவ்விரண்டு அறைகளுக்குமிடையில் சிறு துளைகள் உள்ள உலோகத்தகடு ஒன்று இருக்கும். இதிலுள்ள துளைகள் பணித் தேனீக்கள் மட்டும் நுழைந்து செல்லக் கூடியனவாக இருக்கும். அதனால் இத்தேனீக்கள் தேன் அறைக்குச் சென்று தேனை அடைகளில் வைத்துவிடும். இராணி ஈ தேன் அறைக்குள் போய் முட்டையிட முடியாது. இந்த உலோகத் தகட்டை இராணித் தடைத் தகடு (queen excluded sheet) என்பர்.

தேன்கூட்டின் அடியில் பலகை பொருத்தப்பட்டிராது. ஆனால் தனியாக அமைந்துள்ள ஒரு பலகையின் மீது தேன்கூட்டை வைப்பர். பலகை முன்புறம் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பகுதி, தேனீ மேடை எனப்படும். தேனீ வந்ததும் அதில் உட்கார்ந்து தங்கி, ஊர்ந்து சென்று, வாசல் வழியாக உள்ளே செல்லும். தேனீ ஊர்ந்து மேல் நோக்கிச் செல்வதற்கு வசதியாக இந்த மேடை சரிவாகவே இருக்கும்.

தேன் கூட்டிலுள்ள கீழ்ப் பெட்டியில் ஈக்கள் முட்டையிட்டுக் குஞ்சுப் பொரிக்கும். மேலறையில் தேனீக்கள் தாங்கள் உண்டது போக எஞ்சிய தேனைச் சேகரித்து வைக்கும். செங்குத்தாக ஒவ்வோர் அறையிலும் ஏழு சட்டங்கள் அறைகளின் பின் பலகைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு தொங்குமாறு செய்யப்படும். இந்தச் சட்டங்களை அறைகளிலிருந்து தனியே எடுக்கவும் மீண்டும் பொருத்தவும் இயலும். இச்சட்டங்களில் தான் தேனீ அடைகளை அடைக்கும். சட்டங்களின் இடைவெளி தேனீ வீதி எனப்படும். தேன்கூட்டைத் தேக்கு, கள்ளிப்பெட்டி, மா முதலிய பலகைகளைக் கொண்டு செய்யலாம். கூட்டின் வெளிப்பக்கங்களில் பச்சைச் சாயம் பூசுவது நல்லது. தேன்கூட்டிலுள்ள தேனை எறும்புகள் உண்ண வருமாதலால் அதனை ஒரு முக்காலி மீது வைத்து, முக்காலியின் கால்களை நீர் நிறைந்த மண் பாத்திரங்களில் அமிழ்த்தி வைக்க வேண்டும்.

அடுக்குத் தேனீயே வளர்ப்பதற்கேற்றது. அது கூடு கட்டியிருக்கும் மரப் பொந்தின் துளையைப் பெரிதாக்க வேண்டும். அதன்பின் புகைப் பெட்டியிலுள்ள துருத்தியினால் புகையைச் செலுத்த வேண்டும். சிறிதே செலுத்தினால் ஈக்கள் திணறும். அப்போது அடைகளை ஒவ்வொன்றாக எடுத்து மரத் தேன்கூட்டிலுள்ள சட்டங்களுடன் நார்களைக் கொண்டு கட்ட வேண்டும். அடைகளைப் பொந்தில் எந்த வரிசையிலிருந்தனவோ அந்த வரிசையிலேயே தேன்கூட்டில் கட்ட வேண்டும். அதன்பின் தேனீக்களைக் கையால் எடுத்துத் தேன்கூட்டில் விட வேண்டும். அவ்வாறு செய்யுமுன் முதலில் இராணி ஈயைக் கவனிக்க வேண்டும். இராணி ஈ கூட்டினுள் புகுந்தால் சில நிமிடங்களில் அனைத்து ஈக்களும் வரிசையாக உள்ளே சென்றுவிடும். அடைகளுள்ள கூடு ஒன்றை ஈக்கூட்டத்தின் மீது வைப்பதே எளிய முறையாகும். ஈக்கள் அடையிலுள்ள குஞ்சு, தேன் ஆகியவற்றின் நுகர்ச்சியால் உள்ளே சென்றுவிடும்.

தேனீக்கூட்டம் எளிதில் எட்டாத இடத்தில் ஒட்டிக் கொண்டிருந்தால், சிறிது புகையைச் செலுத்த வேண்டும். அப்போது தேனீக்கள் ஏதேனும் ஒரு மரக்கிளையின் மீது பறந்து கொண்டிருக்கும். ஒரு கொசுவலையைக் கொண்டு அவற்றைப் பிடித்து மரக் கூட்டில் சேர்த்துவிடலாம். அல்லது மரக்கூட்டைத் தேனீக்கூட்டத்தின் மீது வைத்தால் தேனீக்கள் கூட்டினுள் செல்லும்.

தேனீன் தரமும் நிறமும் தேன் எவ்வகை மலர்களிலிருந்து சேகரிப்பட்டது என்பதைப் பொறுத்தவை. தேனில் பலவிதக் கனிச்சர்க்கரைகள் (fructose) உள்ளமையால் உடலுக்கு ஆற்றல் கிடைக்கிறது. மேலும் தேனில் உடல் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான இன்றியமையாப் பொருள்களும் உள்ளன. தேனைத் தவிரப் பிற இனிப்பான சர்க்கரைப் பொருள்களைத் தூய்மை செய்தே உண்ண வேண்டும். ஆனால் தேனை மட்டும் அப்படியே உண்ணலாம்.

- கே.கே.அருணாசலம்

துணை நூல். C.G.Butler, *The Honey Bee*, Oxford University Press, London, 1949.

தைசனாப்டிரா

இது முதுகெலும்பற்றவையைச் சேர்ந்த கணுக்காலி ஆகும். அறுகாலி என்னும் வகுப்பினைச் சேர்ந்த இறக்கையுடைய இவ்வுயிரிக்கு ∴பைசோபோடா என்னும் மற்றொரு பெயரும் உண்டு. இக்கூட்டத்தில் செடியரிக்கும் பூச்சி (thrips)

சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இது தாவரங்களின் சாறுகளையும், மலர்களையும், மென்மையான துளிர் இலைகளையும் உண்ணும். சில பூச்சிகள் மரப்பட்டைகளின் அடியில் தங்கியிருப்பதுண்டு. குறுகிய உடலையும் ஒரே இறக்கையையும் கொண்ட செடியரிக்கும் பூச்சி கோடை காலத்தில் அனைத்து வகை மலரிலும் இருக்கும். அடிக்கடி பறந்து சென்று மனிதரின் கண், மயிர் ஆகியவற்றில் அமர்வதுண்டு. குளிர் காலத்தில் குளிர் உறக்கம் (hibernation) பெறும். இப்பூச்சி வீடுகளிலுள்ள படங்களின் சட்டங்களிலும், தளர்ச்சியாகத் தொங்கும் சுவர்த் தாள்களிலும், சுவர் மற்றும் மரப் பொருள்களிலுள்ள பிளவுகளிலும் தங்கும்.

சில வகைப் பூச்சிகள் நெல், வெங்காயம், மிளகாய், மணிலா, திராட்சை ஆகிய தாவரங்களை உண்டு அழிக்கின்றன. இப்பூச்சியின் இறக்கை, மார்புப் பகுதியின் பக்க விளிம்புகளில் குஞ்சம் போன்ற அழகாக உள்ளமையால் குஞ்ச இறக்கைப் பூச்சி (tassel wings) என்றும், ஒரே இறக்கைப் பூச்சி (fringe wings) என்றும் குறிக்கப்படும். இதன் கால்கள் தேய்ந்து குட்டையாக, முனையில் கூர்மையற்று, தட்டையான பைகளைப் போன்றுள்ளன. கணுக்கால் பகுதி (tarsus) 1 - 2 இணைப்புகளுடையது. அது ஒரு நீட்டி மடக்கத்தக்க பையில் முடிவதால் இக்கூட்டத்துக்கு ஃபைசோபோடா (Physo - bladder, Poda - legs) என்னும் பெயர் வழங்கப்பட்டது.

படம் செடியரிக்கும் பூச்சி (*thrips*)

உருவமைப்பு. இது பெரும்பாலும் 0.5 - 0.8 மி.மீ. நீளத்தில் மெல்லிய உடலுடன் மேற்புறம் சிறிது தட்டையாக உள்ளது. ஏறத்தாழ உருளை வடிவமாகக் காணப்படும். இதன் வாயுறுப்புகளான அரைவைத் தாடைகளில் (mandibles) ஒன்று தேய்வுற்றுள்ளது. இவ்வுறுப்பு சுரண்டி அல்லது அறுத்து உறிஞ்ச உதவுகிறது. தலையின் முன்புறம் இணைந்துள்ள ஓர் இரட்டை உணர் கொம்புகள் (antennae) 6 - 9 இணைப்புகளால் ஆனவை. முன் மார்புக் கண்டம் (prothorax) இறக்கையற்றுப் பெரிதாக உள்ளது. நடு மார்புக் கண்டம் (mesothorax), பின் மார்புக் கண்டம் (metathorax) ஆகியவற்றில் ஈரிரட்டையான சம அளவுள்ள இறக்கைகள் இணைந்துள்ளன. இவ்விறக்கைகள் மெலிந்து, குறுகி, ஒரு சில நரம்புகளை மட்டும் கொண்டு அழகிய குஞ்சம் போல் உள்ளன. பூச்சி இயங்காமல் ஓய்வாக இருக்கையில் இவை உடலின் மேல் பரவியமைகின்றன. சில பூச்சிகளில் இறக்கை தேய்வுற்றுள்ளது. வயிறு 10-11 கண்டங்களைக் கொண்டுள்ளது. அதன் பின்முனையில் ஒரு முட்டையிடும் நீள் பை (Ovi Positor) மலப்புழைக் கொம்புகள் (anal cerci) இல்லை.

நரம்பு மண்டலமும், உணர்வுறுப்புகளும். நரம்பு மண்டலம் பொதுப்படையான பூச்சிகளின் நரம்பு மண்டலம் போன்றே மூளை, நரம்புச் செல் திரள் (cerebral ganglia), நரம்பு வளையம், உணவுக் குழாய்க் கீழ் நரம்புச் செல் திரள் (sub oesophageal ganglia, இரட்டை வயிற்றுப்பக்க நரம்பு வடம் (double ventral nerve cord), மார்பு மற்றும் நரம்புச் செல்திரள் (abdominal ganglia) ஆகிய பகுதிகளையும், அவற்றிலிருந்து உடலுறுப்புகளுக்குச் செல்லும் நரம்புகளையும், கிளைகளையும் உடையது. இவற்றின் கண்கள் கூட்டுக் கண்கள் (compound eyes) ஆகும். ஒவ்வொரு கண்ணும் மூன்று குறுங்கண்களால் (ocelli) ஆனது. உணர் கொம்புகள் தொடு உணர்வுறுப்புகளாக அமைகின்றன.

இனப்பெருக்கமும், வளர்ச்சியும். இவற்றில் பொதுவாகக் கன்னி இனப்பெருக்கம் (parthenogenesis) நடைபெறுகிறது. சில இனங்களில் ஆண்களே காணப்படுவதில்லை. இவ்வாறு பாலினங்களை அறிதல் மிகக் கடினமாக உள்ளமையால் மிக இயல்பாகவே கன்னி இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. கன்னி இனப்பெருக்கம் என்பது ஆண், பெண் இனச்செல்கள் சேர்ந்து கருவுறாமல் உடலிள்ள சில இனச்செல்கள் (germ cells) தமக்குள் பிளவிப் பெருக்கமுற்று (cleavage) தொடர்ந்து நடைபெற வேண்டிய வளர்ச்சி நிலைகளைக் கடந்து இளவுயிரியாக (larva) மாறுவதாகும்.

ஓராண்டில் 1 - 10 தலைமுறைகள் தோன்றுகின்றன. இளவுயிரியும் பெற்றோரைப் போன்றே மலர், இலை, காய், கனி ஆகியவற்றின் புறப்படலத்தைச் சுரண்டி அதன் சாறுகளை உறிஞ்சுகிறது. இதனால் பாதிக்கப்படும் தாவரங்களின் உடற்பகுதிகளில் வெள்ளை வடுக்கள் (scars) தோன்றுகின்றன. சில இனங்கள் தாவரங்களில் வைரஸ் நோய்களைப் பரவச் செய்கின்றன. தைசனாப்டிராக்களில் 3200 இனங்கள் உண்டு. இவை நடுக்கால விலங்கு யுகத்தைச் சேர்ந்த (mesozoic era) ஜுராசிக் காலம் முதல் இன்று வரை செழிப்பாக வாழ்ந்து வருகின்றன.

வகைப்பாடு. தசனாப்டிரா என்னும் வரிசையை டெரிப்ரான்ஷியா, டியூபுலிஃபெரா என்னும் இரண்டு துணை வரிசைகளாகப் பிரித்துள்ளனர்.

டெரிப்ரான்ஷியா. இவ்வகைத் தைசனாப்டிராக்கள் முட்டையிடும் நீள் பை மூலம் முட்டைகளைத் தாவரங்களின்

புறப்படலத்தில் இடுகின்றன. வெங்காயச் செடியரிக்கும் பூச்சி பல நூற்றுக்கணக்கான தாவர விருந்தோம்பிகளின் உடலில் காணப்படும். அவரைச் செடியரிக்கும் பூச்சி அவரை முதலிய பல காய்கறிச் செடிகளைத் தாக்குகிறது. பச்சை இலைச் செடியரிக்கும் பூச்சி ரோஜா, தக்காளி ஆகியவற்றைத் தாக்குகிறது. எலுமிச்சைச் செடியரிக்கும் பூச்சி எலுமிச்சை ஆரஞ்சு ஆகியவற்றைப் பேரழிவுக்குள்ளாக்குகிறது.

டியூபுலிஃபெரா. இவ்வகைத் தைசனாப்டீராக்களில் முட்டையிடும் நீள்பை இல்லை. முட்டைகள் தாவரங்களின் புறப்பரப்பில் இடப்படுகின்றன. இப்பூச்சி பெருந்தீமை விளைவிப்பதில்லை. பட்டாணிச் செடியரிக்கும் பூச்சி பட்டாணிச் செடியின் மலரிலுள்ள மகரந்தத் தண்டு உறையின் (stamen sheath) உள்ளே தன் முட்டையிடும் நீள்பையை நுழைத்து விடுகிறது. அதன் முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரிகள் இளம் கனிகளை உண்டுவிடுவதால் பட்டாணி விதை முளைப்புத் தடைப்படுகிறது.

மேலும் அது பட்டாணிக்காயை உண்பதால் அக்காய்களில் வடுக்கள் தோன்றுகின்றன. பின்னர் தன் தாவர விருந்தோம்பியை விட்டு வெளியேறி மண்ணின் ஆழத்தில் புதைந்து கொள்கிறது. இந்நிலையில் அடுத்த வசந்தகாலம் வரை ஓய்வு நிலையில் கூட்டுப்புழுவாக (pupa) மாறிக் கிடக்கிறது. மறு வசந்த காலத்தில் கூட்டிலிருந்து இளம் பூச்சி மண்ணின் மேற்புறம் வெளிவருகிறது.

- பா.சீதாராமன்

துணைநூல். H.H.Rose, *A Text Book of Entonology*, John Wiley and Sons, New York, 1965.

தைமஸ்

இச்சுரப்பி 3, 4 ஆம் தொண்டைப் பையிலிருந்து (pharyn geal pouch) எபிதிலியல் செல்களினால் உருவாகிறது. சில நாளில் நிணநீர்த் திசுக்களால் நிரப்பப்படுவதும். இச்சுரப்பி மார்புப் பகுதியில் இதய உறை மற்றும் பெருந்தமனிகளின் மேல்புறத்தில் இருவளைகளாக (two lobes) ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து கழுத்துப் பகுதியின் அடிப்பகுதி வரை நீண்டுக் காணப்படுவதுடன் நுரையீரல் உறையினாலும் மூடப்பட்டிருக்கும். இச்சுரப்பியின் மேற்பகுதி மெலிந்து தைராய்டு சுரப்பியின் இணைப்புப் பகுதிவரை (isthumus of thyroid gland) நீண்டுக் காணப்படும். உள்முளைத்த மனியிலிருந்து (internal mammary arteries) குருதி ஓட்டம் நடைபெறுகிறது. இளவயதில் இச்சுரப்பி நசிந்து (atrophy) போவதுடன் கொழுப்புத் திசுவாலும் நிரப்பப்படுகிறது. ஆனாலும் 50 வயது கடந்தோரிடமும் இச்சுரப்பியில் நிணநீர்த் திசுவும், எபிதீலியல் திசுவும் காணப்படலாம். இதனை ஹெஸ்ஸல் அணுக்கள் (Hassall's corpuscles) என்பர்.

தடுப்பாற்றலும் தைமஸ் சுரப்பியும். உடலின் தடுப்பாற்றலைக் கண்காணிக்கும் நுண்வலை உள்தோல் மண்டலம் (reticuls endothelial system) எதிர்ப்பொருளைத் (antibody) தோற்றுவிக்க இச்சுரப்பியே காரணமாகிறது. தைமஸ், செல்கள், மண்ணீரல், என்பு மஜ்ஜை, நிணநீர்க் கணுக்கள் ஆகிய நுண்வலை உள்தோல் மண்டல உறுப்புகளில் விதைக்கப்படும். முயல் மற்றும் எலிகளில் ஆய்வாகத் தைமஸ் சுரப்பியை நீக்க, நோய்த் தடுப்பாற்றல் குறைவதுடன், தோல் ஒட்டு மற்றும் புற்றுச் செல் ஒட்டு வளரவும் உதவுவதாக மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

தைமஸ் சுரப்பியின் மிகு பெருக்கம். இந்நோய் நச்சுக் கண்டாமலை (toxic goitre), அடிசன் நோய், இனப்பெருக்கத்திற்கு உதவும் விதைகளை வெட்டிக் களைவதாலும் (castration) அட்ரீனல் சுரப்பியை வெட்டி எடுப்பதாலும் உண்டாகிறது. இத்துடன் தசை வலிவிழப்பு (myasthenia gravis) நோயிலும் காணப்படும். குழந்தைப் பருவத்தில் இச்சுரப்பு வீர்த்துக் காணப்படும். இச்சுரப்பியில் எபிதீலியம், நிணநீர்த் திசு, பூதப்புற்று (teratoma) போன்ற புற்று நோய்கள் தோன்றலாம். இவற்றால் சிரைப்பை (cyst) நார்த்தலாக வளை உண்டாவது (lobulation by fibrosis), நசிதல் (necrosis), கால்சியம் படிதல் என்பன ஏற்படலாம். தசை வலிவிழப்பு நோயும் காணப்படும். கதிரியக்க மருத்துவம் மூலம் புற்றைக் கட்டுப்படுத்திப் பிறகு அறுவை செய்து கட்டியைக் களைய வேண்டும்.

-மா.ஜெ.ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

தையல் எந்திரம்

துணி, தோல், காகிதம் போன்ற பல்வேறு பொருள்களைக் கண்முனை ஊசி (eye pointed needle) அல்லது இரட்டை முனை ஊசியைப் (double pointed needle) பயன்படுத்தி நூலிழையைக் கொண்டு தைப்பது தையல் இயக்கம் எனப்படுகிறது. இத்தையல் எந்திரத்தை (sewing machine) 1755 ஆம் ஆண்டு சார்லஸ் எ.ஃப். வெய்சன் தாஸ் என்பார் உருவாக்கினார். 1829ஆம் ஆண்டு இப்போது நடைமுறையில் உள்ள எந்திரத்தைப் பார்த்திலேமிதி மோனியர் என்பார் வடிவமைத்தார். தையல் எந்திரம் முதன்முறையாக 1830ஆம் ஆண்டில் நியூயார்க்கில் வால்டர் ஹண்ட் (Walter Hunt)

என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பிறகு 1846 ஆம் ஆண்டில் இதற்குக் காப்புரிமை (patent) வழங்கப்பட்டது. பிறகு சில மேம்பாடுகளுடன் 1851இல் ஐசாக் எம்.சிங்கர் என்பார் காலால் மிதித்து இயங்கச் செய்யக்கூடிய தையல் எந்திரத்தை வடிவமைத்துக் காப்புரிமை பெற்றார்.

இப்போது மோட்டார் இயக்கத்துடனும், பல்வேறு நூதன இயக்கமைப்புகளுடனும் பெருந்திரள் உற்பத்தியாகத் தையல் எந்திரங்கள் உருவாகி வருகின்றன.

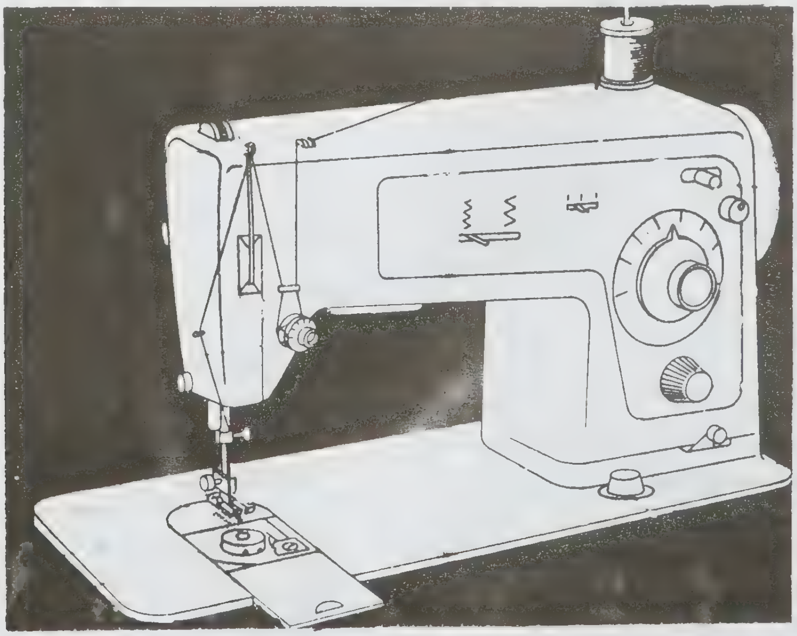
தையல் எந்திரத்தின் அடிப்படை . நேர் பல் இயக்கம் (positive gear drive), தையல் திரிமுனைகள் (stitching cams), நூல் இழுபற்றி (thread take up leave), அதிர்வு ஊசிப்புயம் (vibrating needle arm), மேல் நூல் இழுப்புத் திருகி (upper thread tension adjustment), கண்முனை ஊசி, தடுப்பு ஊட்டம் (intermittant feed), கீழ் நூல் வட்டு (bobbin), மூட்டு (shuttle) என்பன தையல் எந்திரத்தின் அடிப்படைகளாகும்.

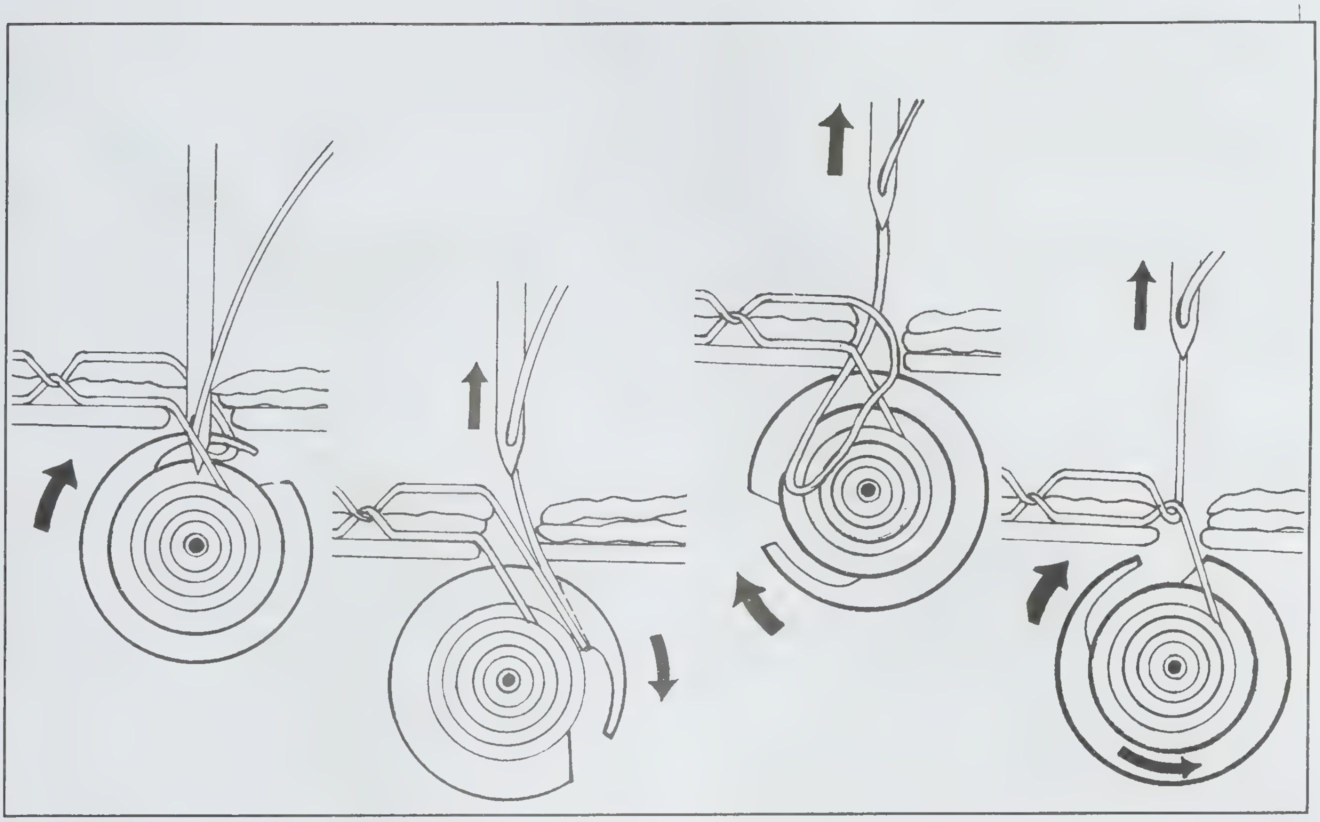
கைகளால் இயல்பான முறையில் துணிகளைத் தைக்கும்போது ஊசியின் துளையில் நூலினை நுழைத்து, ஊசியின் துணைகொண்டு துணிகளின் இழைகளினூடே பின்னலாம். ஆனால் தையல் எந்திரத்தில் ஊசி நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

மேலும் கைகளால் ஊசியினைப் பயன்படுத்தித் தைக்கும்போது, நூல் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளத்தில்தான் இருக்கும். ஆனால் தையல் எந்திரத்தில் நூல் தொடர்ச்சியாக ஒரு வளையத்தியிலிருந்து (reel) செலுத்தப்படுகிறது.

தையல் எந்திரத்தில் இயல்பு சங்கிலித் தையல் (simple chain stitch), இரட்டைச் சங்கிலித் தையல் (double chain stitch), பூட்டுத் தையல் (lock stitch) என்னும் மூவதைத் தையல் அமைப்புகளை மேற்கொள்ளலாம்.

சங்கிலித் தொடர்வகைத் தையல். இம்முறையில் ஒரேயொரு நூல் மட்டும் பயன்படுகிறது. இதில் வளையத்தில் சுற்றப்பட்ட நூல் துணியினூடே நுழைக்கப்பட்டு மேலிழுக்கப் படுகிறது. அனைத்து எந்திரங்களிலும் நூல், ஊசித் துளையினுள் செலுத்தப்பட்டிருக்கும். தைப்பதற்காக ஊசியை நுழைக்கும்போது நூலில் மடிப்பு வளையம் அல்லது கண்ணியை (loop) ஏற்படுத்திச் சேர்த்தே செலுத்துகிறது. ஊசியினை வெளியே எடுக்கும்போது துணியுடன் ஏற்படும் உராய்வு, எளிதாக வெளிவருவதைத் தடுக்கிறது. இதன் காரணமாக நூல் கண்ணி, துணி இழையின் அடிப்பகுதியைப் பெரிதாக்குகிறது. இச்சமயம் கொக்கி அல்லது கண்ணி போடுவதற்கான தையல்பொறி அமைப்பு (looper) ஒன்று குறுக்காக வந்து நூல் கண்ணியினைப் பிணைக்கிறது. பொதுவாக இந்தக் கண்ணியிடு அமைவு ஊசலாடும் புயமாக இயங்கும். இதன் பின்னர் ஊசி, முழுவதுமாக வெளியே இழுக்கப்பட்டுப் பெரிதாக்கப்பட்ட துணியிழையின் அடியில் இந்த நூல் கண்ணி சிக்கித் துணியின் மெல்லிழை ஒரு தையல் நீளத்திற்குத் (stitch length) தைக்கப்படுகிறது.





படம் 2 - தையல் எந்திரத்தின் இயக்கம்

பிறகு மேற்காணும் கண்ணியிடு அமைவு துணியிழையின் அடியில் துணியின் கண்ணியினை ஒரு நிலையில் நிறுத்தி வைத்திருக்கும். அந்நிலையில் ஊசி கீழிறங்கும்போது துணியின் கண்ணியும் நூலின் கண்ணியும் ஒரு சேரத் தையல் ஏற்படுகிறது. இவையனைத்தும் பிறிதொரு கண்ணி புதிதாகத் துணியிழையில் ஏற்படும் முன்னரே நடந்துவிடுகிறது. இதுபோல அடுத்தடுத்துப் பின்னல்கள் ஏற்பட்டுத் தையல் முழுமையடைகிறது.

பூட்டமைவுத் தையல். இம்முறையில் இரண்டு நூல்கள் பயன்படுகின்றன. ஒன்று துணியின் மேல் பகுதியிலும் மற்றொன்று துணியின் கீழ்ப்பகுதியிலும் வளையத்திலிருந்து செலுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு நூலைச் செலுத்துவதற்கு நூல் வட்டு பயன்படுகிறது. இந்த நூல் வட்டு, தையல் பொறியின் அடி இழை செருகும் கருவியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இம்முறையில் இரண்டு நூல்களுமாகத் துணியின் கண்ணியுடன் பின்னிக் கொள்ளும்.

இயக்கம். எதிர்விசை நூல் கண்டிலிருந்து, தொய்வற்ற இழுவிசையோடு மேல்நூல் கண்முனை ஊசிக்கு வருகிறது. கண்முனை ஊசியிலிருந்து துணியின் வழியே துளைத்துக் கீழே கொக்கி வளைய வடிவில் நுழைந்து வெளியே வரும். இவ்வாறு வளைந்திருக்கும்போது, நூல்வட்டில் இருந்து மேல்நோக்கிச் செல்லும் நூல் அக்கொக்கி வளைவினுள் புகுந்து கோத்துக் கொள்கிறது. தொடர்ந்து இவ்வியக்கம் நிகழ்வதால் உறுதியான தையல் கிடைக்கிறது. ஊசிப் பகுதியில் துணியைச் சீராக நகர்த்துவதற்காகத் தடுப்பூட்டம் பயன்படுகிறது. வழுக்காமல் இருப்பதற்காக இது ரம்பப்பல் வடிவிலிருக்கிறது. இவ்வெந்திர இயக்கங்களுக்குத் தேவையான விசையைக் காலால் அமுக்கிச் சுழலக்கூடிய ஒரு பெரிய சக்கரம் வார்பட்டையின் உதவியால், நேர் பல் இயக்கத்தோடு தொடர்பு கொண்ட சிறிய சக்கரத்திற்கு அளிக்கிறது. சிறிய சக்கரத்திலிருந்து எந்திரத் தொடர்களின் மூலம், விசை பல்வேறு இயக்கங்களுக்கும் செல்கிறது. இதன் காரணமாக இரு நூல்களும் துணியின் பரப்பில் குறுக்காகச் சம இடைவெளியில் கண்ணியினூடே செலுத்தப்பட்டுத் தையல் முழுமையடைகிறது.

சங்கிலி வகைத் தையல் பிணைப்பில் ஒரு நிமிடத்தில் 7000 தையல் தைக்க வாய்ப்புண்டு. பூட்டமைவு தையல் பிணைப்பில் இந்த அளவு வேகம் இராது. ஆனால் துணிகளின் இழைகளினூடே இறுக்கம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

மேற்காணும் இருவகை அமைப்புகளையும் ஒப்பிடுகையில் சங்கிலியமைப்பைவிடப் பூட்டமைவு அமைப்பில் பாதியளவே நூல் தேவைப்படும். இருப்பினும் இவ்வமைப்பில் அதன் மிகு வேகத்தினாலும், ஒவ்வொரு முறையும் நூல் வட்டிலிருந்து ஊசிக்கான நூலினை இழுத்து எடுக்க வேண்டியுள்ள மையாலும் பூட்டமைவு ஒரு வரம்பிற்குட்படுத்தப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், நூல் வட்டின் விட்டமும் ஓர் அளவிற்குட்பட்டே இருக்க வேண்டும். எனவே பூட்டமைவு அமைப்பு பெரும்பாலும் வீடுகளில் பயன்படும் தையல் எந்திரங்களில் மட்டுமே இடம்பெறுகிறது.

நூல், ஊசியின் வழியாகச் செலுத்தப்படும் ஒவ்வொரு முறையும் முன்னோக்கி நகர்த்தப்படுகிறது. இவ்வாறு இழை ஒவ்வொன்றும் பின்னிக்கொள்ளத் தொடங்கியவுடன், ஊட்ட இயங்கமைப்பு (feed mechanism) மூலம் துணி நகரும். இந்த அமைப்பில் துணியின் அடிப்பகுதியில் மெல்லியப் பற்களைக் கொண்ட உருளை இருக்கிறது. இந்தச் செலுத்து உருளை மேலெழும்பி அழுத்துதல், முன்னோக்கிச் செலுத்துதல், கீழிறங்குதல், பின்னோக்கி நகர்தல் ஆகிய நால்வகையில் இயக்கப்படுகிறது.

இப்போது தையல் துறையின் பெரும் முன்னேற்றத்தால் தையல் அமைப்புகள் கண் கவரும் வடிவங்களில் உருவாக்கப்படுகின்றன. இப்பல்வேறு வடிவத் தையல் அமைப்புகளை அளிக்கவல்லவை தையல் திரிமுனைகளாகும். இக்காலத் தையல் எந்திரங்களில், பெரிய சக்கரங்களைச் சுழற்றிட மனித ஆற்றலுக்குப் பதில் மின் விசைப் பொறிகள் பயன்படுகின்றன. இவை தையல் தொழிலை விரைவாகவும், குறைந்த மனித ஆற்றலுடனும் செய்யத் துணைபுரிகின்றன.

- கே.ஆர்.கோவிந்தன்

தையற் சிட்டு

இது பறவைகள் பிரிவில் நியோர்னித்திஸ் வகுப்பில் பாசரி.்.பார்மிஸ் வரிசையில் சில்விடே குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பாசரி.்.பார்மிஸ் வரிசையில் வரும் பறவையினங்களுக்கு மரக்கிளைகளைப் பற்றிக்கொண்டு உட்காருவதற்கேற்ப் மூன்று விரல்கள் முன்புறமும், ஒரு விரல் பின்புறமும் உள்ளன. தோட்டங்களில் காணப்படும் தையற் சிட்டு சிட்டுக்குருவியைவிடச் சிறியது. ஏறத்தாழ 13 செ.மீ. நீளமுடைய இது இந்தியாவிலிருந்து கிழக்கிந்திய தீவுகள் மூலம் .்.பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டை அடைந்துள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது.

தையற்சிட்டு (*Orthutomus sutorius*)

தையற்சிட்டின் அலகு மெலிந்து நீண்டு நேராகக் காணப்படும். இதன் மேல் அலகு கொம்பு நிறமான பழுப்பும், கீழ் அலகு இளஞ்சிவப்பான ஊன் நிறமும் கொண்டிருக்கும். இதன் விழிப்படலம் இளஞ்சிவப்பு நிறம் உடையது. சற்று நீண்ட கால்கள் இளம் பழுப்பு அல்லது ஊன் நிறம் கொண்டவை. தலை உச்சி துருச்செந்நிறமாக இருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி மஞ்சள் தோய்ந்த பழுப்பாக இருக்கும். வாலின் நடு இறகு இனப்பெருக்கக் காலத்தில் நீண்டுக் காணப்படும். பெண், ஆணைப் போன்ற தோற்றத்தில் சற்றுக் குறுகிய நடுவாலைக் கொண்டிருக்கும்.

தென்னிந்தியத் தையற்சிட்டைப் (Orthotomus sutorius) புதர்க் காடுகளிலும், மா, பலாத் தோட்டங்களிலும் மலைகளிலும் காணலாம். மக்களின் வாழ்விடங்களைச் சார்ந்து அச்சமின்றித் திரியும் இப்பறவை நாள்முழுதும் "ட்டுவிட், ட்டுவிட்" என்று ஒலிக்கும். இரவில் "மிரட்டி.., மிரட்டி.." என்பது போலக் குரலெழுப்பும்.

இப்பறவையின் இனப்பெருக்க காலம் ஏப்ரல் - ஜூன் ஆகும். தையற் சிட்டு தன் கூரிய அலகினால் ஒன்று அல்லது இரண்டு இலைகளின் விளிம்புகளில் துளையிடுகிறது.

இழைநார்களைத் துளைகளின் மூலம் பின்னி ஒரு பையைப் போன்று செய்து கொள்கிறது. பெரிய இலையாக இருக்குமாயின் ஒரே இலையின் இரு விளிம்புகளையும் கோப்பையைப் போல வளைத்துத் தைத்து அதனுள் நார், பஞ்சு, சருகு, புல் முதலியவற்றை வைத்து முட்டையிடும். குரோட்டன்ஸ், கல் வாழை போன்ற செடிகளில் தரையிலிருந்து 1 மீட்டருக்குள் இதன் கூடுகளைக் காணலாம். இப்பறவையின் முட்டைகள் பசும்நீலம், வெண்மை, இளஞ்சிவப்பு நிறமுடையவை. பெரும்பாலும் செம்பழுப்புக் கறைகள் பெற்றிருக்கும். ஆணும் பெண்ணும் கூடு கட்டுவதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் பங்கேற்கும். பெண்ணே பெரும்பாலும் அடைக்காக்கும்.

ஆஸ்திரேலியாவில் வாழும் தையற்சிட்டுக்கள் யாவும் பாடும் இயல்புடையன. இவை தென் ஆசியாவிலும் காணப்படுகின்றன. பூச்சிகளே இவற்றின் உணவாகின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் காணப்படும் மற்றொரு பேரினமான மாலூரஸ் என்பதின் கீழ், பல சிறிய பறவைகள் அடங்கியுள்ளன. அவை யாவும் கண்கவரும் உலோக நிறம், கறுப்பு, மஞ்சள், பச்சை, ஊதா நிறங்களில் காணப்படுகின்றன.

- வீ. பிரபாகரன்

துணை நூல். R.Patterson, *The Birds*, Time-Life International Edition, Netherland, 1964.

தைராக்சின்

தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து வெளிப்படும் ஹார்மோன், தைராக்சின் (thyroxine) ஆகும். இந்த ஹார்மோன் வேதி, உயிர்வேதி வினைகளின் டிரைஅயோடோ தைரோனின் சேர்மத்தை ஒத்துள்ளது. இவ்விரு சேர்மங்களும் டைரோசின் எனும் அமினோ அமிலத்தின் வழிப் பொருள்கள்; உயிரினங்களில் தேவைப்படும் அயோடின் தேவையை இவ்விரு சேர்மங்களே முக்கியமாக நிறைவு செய்கின்றன. இவ்வுண்மையும், வேறுபட்ட கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளை (^{131}I, ^{132}I) எளிதில் கிளர்வாக்க முடியும் என்னும் உண்மையும் விலங்கினங்களில் இதன் உயிர்வழித் தொகுப்பு, வெளிப்படுதல், பரவல் ஆகிவற்றைப் பற்றி அறிவதற்கு உதவுகின்றன. உணவில் இருந்து உள்ளேற்கப்படும் அயோடின் தைராய்டு சுரப்பியில் சேமிக்கப்படுகிறது. இச்சுரப்பியில் அயோடின் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து அயோடைடு அயனியாக பின்னர் டைரோசினுடன் வினைபுரிவதால் மோனோ மற்றும் டைஅயோடோ டைரோசின் விளைகிறது. பின்னர் குறிப்பிடப்பட்ட இரு சேர்மங்களும் இணைந்து தைராக்சின் அல்லது டிரைஅயோடோ தைரேசினின் சேர்மத்தை உருவாக்குகின்றன.

குருதியில் பரவல். தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து சுரக்கும் தைராக்சின், டிரைஅயோடோதைரோனின் ஆகியன குருதியில் செலுத்தப்படும்போது அவை தைராக்சின் இணைப்புக் குளோபுலின் மற்றும் தைராக்சின் இணைப்பு பிரிஅல்புமின் எனும் தனிப் பிளாஸ்மா புரதங்களுடன் இணைகின்றன. இப்புரதங்கள் அனைத்துத் திசுக்களுக்கும் இந்த ஹார்மோன்களை எடுத்துச் செல்கின்றன. திசுக்களில் இவற்றின் உள்ளேற்பு வெவ்வேறு வேகங்களில் நிகழ்கிறது. சான்றாக , கணையத்தில் இது விரைவாகவும், மூளையில் மெதுவாகவும் உள்ளேற்கப்படுகிறது. குருதிப் பிளாஸ்மாவில் இருக்கும் புரதம் இணைந்த அல்லது ஹார்மோன் அயோடினை வேதி ஆய் வுகளில் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம்.

உடலியக்கச் செயல்முறைகள். விலங்கினங்களின் செம்மையான வளர்ச்சிக்குத் தைராக்சின் அளவைச் சீராகப் பராமரிப்பது மிகத் தேவையானதாகும். இந்த ஹார்மோன் குறைபாட்டால் முழு வளர்ச்சி தடைப்படலாம் அல்லது நின்று போகலாம். அனைத்துத் திசுக்களையும் அவற்றின் பணியிலிருந்து பாதிப்படையச் செய்யும் உடலில் சுரக்கும் ஒரு சில ஹார்மோன்களில் தைராக்சினும் ஒன்று. இந்த ஹார்மோன் குறைபாட்டால் அனைத்துச் செல்களின் வளர்சிதைமாற்றங்களும் பாதிக்கப்படும். குறிப்பாக, நியூக்ளியிக் அமிலம், புரதத் தொகுப்பு ஆகியவை குறைவாகலாம்; முக்கியமான அனைத்து ஆக்கச் சிதைமாற்றங்களும் மெதுவாக நிகழலாம்.

செயல்படும் விதம். இந்த ஹார்மோனால் ஏற்படும் விளைவுகள் பொதுவானவையாகவும், பரந்தும் அமைந்துள்ளமையால் இது செயல்படும் விதம் குறித்து இன்னும் தெளிவான கொள்கை எதுவும் விளக்கப்படவில்லை. ஆனால் இரு முக்கியக் கொள்கைகள் பரவலாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இதில் ஒரு கொள்கை இந்த ஹார்மோன் ஆற்றலை உருவாக்கும் செல் அமைவுகளில் ஏற்படுத்தும் விளைவுகளை விவரிக்கிறது. குறிப்பாக, ஆக்சிஜனேற்ற பாஸ்ஃபோரிலேற்றத்தினால் மைட்டோகாண்டிரியாவில் (mitochondria) அடினோசின் டிரைபாஸ்ஃபேட் (ATP) உருவாதலைத் தடுப்பதைக் குறிப்பிடலாம். மற்றொரு கொள்கை முக்கிய அமினோ அமிலங்கள், புரதங்கள் ஆகியவற்றின் தொகுப்பைச் சீராக்கும் பணியைத் தைராக்சின் கட்டுப்படுத்தும் பணிபற்றி விளக்குகிறது. இவ்விரு கொள்கைகளுமே தைராக்சின் ஹார்மோனின் முழுமையான பணி குறித்து விளக்கவில்லை.

மிகையான தைராக்சின் சுரப்பால் வேண்டாத விளைவுகளே ஏற்படுகின்றன. சான்றாக ஆச்சிஜன் மிகையாக உள்ளேற்கப்படுவதையும், இயல்பான ஆக்சிஜனேற்றச் சிதைவு விரைவாக நடைபெறுவதையும் குறிப்பிடலாம்.

தைராய்டு சுரப்பியிலிருந்து தைராக்சின் சுரப்பது பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் உட்பகுதியிலிருந்து வெளிப்படும் தைராய்டு ஊக்க ஹார்மோன் (TSH) என்னும் சுரப்பையும், குருதியில் தைராக்சின் அளவையும் பொறுத்ததாகும். இந்த தைராய்டு ஹார்மோன்களின் மிகையான அல்லது குறைவான சுரப்பு மனிதர்களிடம் காணப்படும் சில நாளமில் சுரப்பு நோய்களில் இயல்பாக உள்ளது. தைராய்டு ஹார் மோன்களின் மிகையான (hyper) அல்லது குறைவான (hypo) சுரப்புகள் ஆக்கச் சிதைமாற்றம் (metabolism), மன நிலை (mood) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பாதிக்கின்றன. மேலும் முன்கழுத்துக் கழலை எனும் நோயும் அயோடின குறைபாட்டால் மனிதர்களிடம் ஏற்படலாம்.

- த.தெய்வீகன்

தைராய்டு அழற்சி

தைராய்டு சுரப்பிகளின் அழற்சி பொதுவாகக் காணப்படும் நோயாகும். தைராய்டு சுரப்பி நேரடியாகப் பாக்டீரியா நுண்ணுயிரிகளாலும் வைரஸ்களாலும் பாதிக்கப்படலாம். பாக்டீரியா நுண்ணுயிரிகளால் பாதிக்கப்பட்ட தைராய்டு சுரப்பிகளில் திடீரென்று சீழ்க்கட்டிகள் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. இந்நோயால் காய்ச்சல், தைராய்டு சுரப்பிகளில் வீக்கம், தொட்டால் வலி ஆகிய அறிகுறிகள் மிக விரைவில் ஏற்பட்டு, பின்னர் பேரிடர் நேரலாம். இவ்வாறு அழற்சியுற்ற தைராய்டு சுரப்பிகள் தம் பணியில் மந்தமாகலாம். இந்நிலை குறுகிய காலத்தில் நிகழ்வதால் நோயாளியை ஆய்வு செய்யும் மருத்துவர் அதை உடனே கண்டுபிடிக்க முடியாமல் போகலாம். ஆனால் பிற ஆய்வுகள் செய்வதன் மூலம், தைராய்டு சுரப்பி செயல்படாமையை உடனே கண்டுபிடிக்க இயலும். இவர்களுக்கு உடனே அறுவை மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். சீழ்க்கட்டிகளைக் கீறிச் சீழை வெளியே அகற்றினால் நோயாளி நலம் அடைவார்.

வைரஸ்களால் வரும் தைராய்டு அழற்சி விரைவாக ஏற்படக்கூடியது அன்று. நோயாளிக்கு இரண்டு, மூன்று வாரங்களுக்கிடையில் சளி, இருமல், தொண்டை வலி ஆகிய அறிகுறிகள் ஏற்படும். பிறகு மெதுவாகத் தைராய்டு சுரப்பி வீங்கத் தொடங்கும்; வலியும் ஏற்படலாம். இதைக் கூர்ந்து கவனிக்கும் மருத்துவரே கண்டுபிடிக்க இயலும். இந்நோய்க்குள்ளான சிலரின் தைராய்டு சுரப்பிகளிலிருந்து சிறிதளவு தசையை எடுத்து ஆராய்ந்தால் அழற்சியின் அறிகுறிகள் தென்படும். இவர்களுடைய தைராய்டு சுரப்பியின் பணி நீண்ட காலத்திற்குப் பாதிக்கப்படுவதால், இவர்கள் தைராய்டு குறைவுக் குள்ளாகின்றனர். இடையில் தைராய்டு சுரப்பி மிகவும் அழற்சியுற்று, தான் சேமித்து வைத்திருக்கும் தைராக்சின் ஹார்மோனைக் குருதியில் கசிய விடுவதால், தற்காலிகமாகச் சிலர் தைராய்டு மிகை நிலையை அடையலாம். இந்நோய் பொதுவாகக் குறிப்பிட்ட நாள்களில் தானாகவே சீராகும் தன்மையுடையது. சிலருக்குத் தைராய்டு சுரப்பி நிலையாகப் பாதிக்கப்படுவதால், அவர்கள் நிலையான தைராய்டு குறைவுக்கு ஆளாகின்றனர்.

தொடக்க காலத்தில் இந்நோயாளிக்கு வலி, வீக்கம் இவற்றைத் தணிக்கும் மருந்துகள் தரப்படும். இந்நோயினால் கடுமையாகப் பாதிக்கப்பட்டோருக்குக் கார்ட்டிசால் போன்ற ஹார்மோன்கள் தரப்படும். அனைத்து நோயாளிக்கும் தைராய்டு சுரப்பிக்கு ஓய்வு அளிக்கும் வகையில் வெளியிலிருந்து தைராக்சின் ஹார்மோன் தரப்படுகிறது. அவர்கள் முழுக் குணமடையும் வரையில் இவற்றைத் தர வேண்டும்.

மேலே குறிப்பிட்ட தைராய்டு சுரப்பி அழற்சிகளைத் தவிர, தன்னைத்தானே தாக்கும் நோய்களில் ஒன்றான தைராய்டு சுரப்பி அழற்சியே மிகுதியும் காணப்படுகிறது. இந்நோய்க்குள்ளாகும் தன்மை பெற்றோரிடமிருந்து பாரம்பரியமாகப் பெறப்படுகிறது. இத்தன்மையுடையோர், வைரஸ் நோய்த் தொற்றுப் போன்றவற்றால், தைராய்டு சுரப்பி அழற்சிக்கு ஆளாகும்போது, இது விரைவில் குணமடையாமல் நெடுநாள் தொடர்கிறது. தொடக்க அழற்சியில் குருதியில் கலந்த தைராய்டு சுரப்பியின் அணுக்கள், எதிரான அணுக்களை உற்பத்தி செய்யுமாறு உடலைத் தூண்டுகின்றன. எதிர் அணுக்கள் தொடர்ந்து தைராய்டு சுரப்பியைத் தாக்கி அழித்து, நாட்பட்ட நோய் ஏற்பட வழிகோலுகின்றன. பல எதிர் அணுக்கள் தைராய்டு சுரப்பிகளைத் தாக்கி அவற்றில் அழற்சி ஏற்படுத்திபின் அழிக்கும் தன்மையுடையன. இவ்வாறு அழற்சியுற்ற தைராய்டு சுரப்பிகள் நன்றாக வீங்கிக் காணப்படும். இவற்றை ஆய்ந்து பார்த்தால் உறுதியாக இருக்கும்.

இவை சிறுகச்சிறுகத் தைராய்டு சுரப்பிகளை அழித்துக்கொண்டே வருவதால் நோயாளிகள் தைராய்டு குறைக்குள்ளாகின்றனர். முடிவில் இவர்களில் தைராய்டு சுரப்பி இயக்கம் முழுதும் நின்றுவிடுகிறது. அந்த நிலையில்

பலருக்குத் தைராய்டு சுரப்பி கேடுறுவதால், அது ஆய்வுக்கு தட்டுப்படுவதில்லை. மிகச் சிலருக்குக் தைராய்டு சுரப்பிகளைத் தூண்டக்கூடிய எதிர் அணுக்கள் மிகுந்திருக்கும். அவர்களின் தைராய்டு சுரப்பிகள் இந்த அணுக்களால் தூண்டப்படுவதால், இவை வளர்ந்து குருதிப் பாய்வு மிகுந்து தொடுவதற்கு மெதுவாக இருக்கும். இவர்களில் சிலர், சில காலம் மீமிகு தைராய்டு சுரப்பி நிலையை அடையலாம்.

இது தன்னைத்தானே தாக்கும் நோய்களுள் ஒன்றாதலால், இதற்கு மருத்துவம் செய்வது கடினம். நோயைக் காலப்போக்கில் தீரவிடுதலே ஏற்றது. நோயின் அறிகுறிகளை அவை ஏற்பட ஏற்படக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். தைராய்டு குறைக்கு ஆளானவர்களுக்குத் தைராக்சின் ஹார்மோனும் மீமிகு நிலைக்கு ஆளானவர்களுக்கு அதற்கு எதிரான மருந்துகளும் தரப்படுகின்றன. குருதியில் தைராய்டு ஹார்மோன்களை கணிப்பதன் மூலமும், கதிரியக்க ஏற்புகள், கதிரியக்கப் படலங்கள் எடுப்பதன் மூலமும் இந்நோயைக் கண்டறியலாம்.

- கே. கண்ணன்

வகைகள்

தைராய்டு சுரப்பியில் தோன்றும் அழற்சியைப் பொதுவாகத் தீவிரம் குறைந்த சீழ்ப்பிடித்த தைராய்டு அழற்சி, தீவிரம் சற்று மட்டுப்பட்ட நுண்மணிப் புற்றுத் தைராய்டு அழற்சி (sub acute granulomatous thyroiditis), தைராய்டு சுரப்பியைத் தாக்கும் ரீடல் நோய் (Riedels disease), நீடித்த தைராய்டு அழற்சி (chronic thyroiditis) என வகையிடலாம்.

தீவிரம் சற்று மட்டுப்பட்ட நுண்மணிப்புற்றுத் தைராய்டு அழற்சி. இந்நோயில் தைராய்டு சுரப்பி வீக்கம்பெற்று வலியுடன் காணப்படும். மேலும் இச்சுரப்பி நோயின்போது செயல்வன்மை குறைந்துவிடுவதால் குறை தைராயிடிசம் (hypothyroidism) நேருகிறது. 1- 3 திங் களுக்குள் இந்நோய்க்குக் காரணம் (etiology) சரியாகத் தெரியவில்லை. வைரஸ் நுண்ணுயிரிகளையும், தைராய்டு எதிர் எதிர்ப்பொருள்களையும் (antithyroid antibodies) இந்நோயின் காரணிகளாக மருத்துவ வல்லுநர்கள் ஊகிக்கின்றனர்.

கழுத்துப்பகுதியில் திடீரென்று வலி தோன்றித் தாடை மற்றும் காது வரை பரவுதல், காய்ச்சல் நலக்கேடு (malaise) ஆகியவற்றை இந்நோயின் புலன் மருத்துவக் குறையீடுகளாகக் (clinical features) கரு தலாம். நோயியல் ஆய்வின்படி இந்தச் சுரப்பி சற்று வீக்கம் பெற்று ஓரளவு புற்றுநோய்ப் போன்று அமைப்பைத் தோற்றுவிக்கும்: நுண்ணோக்கியில் நோக்குங்கால், இச்சுரப்பியில் அழற்சியினால் நுண்குமிழ்ப் புறத்தோலிலும் அழிந்து (degeneration or follicular epithelium) முதலில் கூழ்மம் (colloid) விரவுகிறது. இதுவே நோய்த் தொடக்கத்தில் தோன்றும் மீதைராய்டியத்தின் (hyperthyroidism) அடிப்படையாகும். பிறகு, அவ்வழற்சியின் காரணமாகத் தோன்றும் நுண்மணிப்புற்றுத் திசுக்கள் (granulomatous tissues) விரவி, சுரப்பியின் அழிவிற்குக் காரணமாகும். இதுவே பிறகு தோன்றும் தாழ் தைராயிடியத்தின் அடிப்படையாகும். பிறகு இந்த அழற்சி அடங்கும்போது, மிகவும் பாதிக்கப்பட்ட சுரப்பியின் ஓரத்தில் இருந்து நுண்குமிழ்கள் (follicles) தோன்றி மீண்டும் இந்தச் சுரப்பு நிலையை அடையும்.

மருத்துவம். உணர்குறிக்குத் தக்கபடி மருத்துவமளிக்கலாம். ஆஸ்பிரின் மட்டும் போதும் அல்லது அழற்சி நீக்கும் ஸ்டீராயிடு அல்லாத மருந்துகளையும் அளிக்கலாம். மருத்துவர்கள் இத்தகு அழற்சியை எதிர்க்க, கார்டிகோ ஸ்டீராயிடு மருந்துகளைப் பயன்படுத் துவதில்லை; ஏனெனில் இம்மருந்துகளை நிறுத்தியவுடன் அழற்சியின் வன்மை மிகுதியாகிவிடும். தைராய்டு சுரப்பியின் செயல்வன்மை குறைந்துவிடுவதால் சிலருக்கு உலர்த்தப்பட்ட தைராயிடு பொடியை (dessicated thyroid powder) அளிக்க வேண்டிய கட்டாயமும் ஏற்படலாம்.

நீடித்த தைராய்டு அழற்சி. ஹசிமோடா தைராய்டு அழற்சி என்று இதைக் குறிப்பர். இது தன் தடுப்பாற்றல் தைராய்டு அழற்சி (autoimmune thyroiditis) என்றும் வழங்கப்படும். தன் தடுப்பாற்றல் நோய் (auto immune disorder) வகையைச் சேர்ந்த இந்நோய் தாழ் தைராய்டியம் தோன்றுவதற்கு ஒரு பொதுவான காரணமாக அமைந்து விடுகிறது. சேத்தும வீக்கம் (myxoedematous) கொண்ட தாழ் தைராய்டியம் மற்றும் அதன் நோய்க் குறிகளாம் சோம்பல், குளிர் தாங்க முடியாமை, தோல் தடிப்பு, குறைந்த உடல் வெப்பநிலை, குறைவான இதயத் துடிப்பு ஆகியவையே இதன் புலன் மருத்துவக் குறிகளாக அமைகின்றன. இந்நோய் முடியும்போது இந்தச் சுரப்பி நார ணையம் (fi[redacted]) கொண்டு காணப்படும். தான் தோன்று (ideopathic myxoedema) சேத்தும வீக்கம் போன்ற தோற்றத்தையும் இது ஏற்படுத்தும்.

நுண்ணோக்கியில் இந்தச் சுரப்பியின் நுண்குமிழ்கள் தேய்வுற்றுக் கூழ்மம் குறைந்து அல்லது மறைந்து காணப்படும். மேலும், வடிநீர்ச் செல்கள் (lymphocytes) பிளாஸ்மாச் செல்கள் (plasma cells) இவை உட்புகுந்து

மூளை மையங்கள் (germinal centres) தோன்றி நாரணையங்கள் (fibrosis) பல்வேறு அளவுகளில் காணப்படும்.

நோய்க் காரணம் சரியாக விளங்கவில்லை. நீர்மம் செல் இவற்றின் மூலம் பரவும் தடுப்பாற்றல் அடிப்படைக் காரணமாக விளங்குகிறது. ஏனெனில் தைரோகுளோபுலின் மற்றும் தைராயிடு செல்லின் பகுதிகளுக்கு எதிர்ப்பொருள்கள் வெவ்வேறு அளவுகளில் இந்நோயாளியின் குருதியில் காணபடுகின்றன.

மருத்துவம். முழு அளவில் தைராய்டு ஹார்மோன் களை மருந்துகளாக அளிப்பதே இந்நோய்க்குரிய மருத்துவமாகும்.

தைராய்டு சுரப்பியைத் தாக்கும் ரீடல் நோய். இந்நோய் இணைப்புத் திசு மிகும் வகையைச் சேர்ந்தது. இது மண்டலிய (systemic) கொல்லாஜினோஸிஸ் நோய்; இது தைராய்டு சுரப்பியை மட்டுமன்றிப் பொதுவாக உடலின் பல பகுதிகளையும் தாக்கி நாரணையங்களை உண்டாக்குகிறது. உதரப்பை பிற்பாடு (retroperitoneum), மையத்தானம் (mediastinum) போன்றவற்றை ஆய்வு செய்ய இது புலப்படும். சிரைகள் (veins) தொடர்பான குழல் மைய அழற்சியும் (vasculitis) அதனுடன் காணப்படுகிறது.

தைராய்டு சுரப்பி இந்நோயில் மரம் போல உறுதிபட்டுச் சுற்றியுள்ள பகுதியுடன் ஒட்டிக்கொண்டு காணப்படும். இவ்வாறு மாறுபட்ட சுரப்பி சுற்றிலும் உள்ள பகுதிகளை அழுத்துவதன் மூலம் மூச்சுவிடுவதற்குத் தடையாக அமைவதே இந்நோயின் புலன் மருத்துவ குறியாகும். இந்நோய்க்குத் தேவைப்பட்டால் அறுவை மருத்துவம், ஹார்மோன் முழு அளவில் அளித்தல் ஆகியவையே பயனாகும்.

- இரா.தனஞ்செயன்

துணைநூல். V.A.Livolsi, J.S. Brooks et al., (Eds), *Pathology,* Second Edition, John Wiley and Sons, New York, 1989.

தைராய்டு எதிர்ப்பி

தைராய்டு எதிர் மருத்துவமாகக் கதிரியக்க அயோடினையோ (^{131}I) தைராய்டு அகற்று முறையையோ கையாண்டால், தைராய்டு மந்த நிலை நோய் உண்டாகலாம். ஆகவே, தைராய்டு எதிர்ப்பு மருந்துகளைக் கையாளுவது நலம் என்றாலும், பலன் குறுகிய காலமே நீடிக்கிறது.

தையோயூரிலீன் மருந்துகள். மெதிமசோல், கார்பிமசோல், தயோரயூரசில், மெத்தில் தயோயூரசில், புரோப்பைல் தயோயூரசில் ஆகியன தைராய்டு ஹார்மோன் உற்பத்தியைத் தடை செய்கின்றன . இவை அயோடைடு, தைரோகுளோபின் ஆவதையும், அயோடோ டைரோசின், டிரை அயோடோ தைரோனின் ஆக மாறுவதையும் தடைசெய்கின்றன. செரிமான மண்டலத்தில் உள்ளேற் கப்பட்டுச் சிறுநீரகங்கள் வழியே வெளியேற்றப்படுகின்றன. தைராய்டு மிகையாகப் பணிபுரியும் போதும், அப்போது உண்டாகும் நெருக்கடிகளைத் தவிர்க்கவும், தைராய்டு அறுவை மருத்துவத்திற்கு ஆயத்தம் செய்யும்போதும் மேற்குறிய மருந்துகள் பயன்படுகின்றன.

வேண்டா விளைவுகள். தோல் பொரிப்பு, மூட்டழற்சி, தசைவலி, காமாலை, நிணக்கணு வீக்கம், காய்ச்சல், உளமாற்றங்கள் ஆகியவை தோன்றுகின்றன. புரோப்பைல் தயோயூரசில் 50 மி.கி. மாத்திரையாகக் கிடைக்கிறது. நாளும் 300-400 மி.கி.தரலாம். மெத்தில் தயோயூரசில் எளிதில் கிடைக்காவிடினும் 50 மி.கி. அலகில் நாளும் 4 வேளை தர வேண்டும், மெதிமசோல், புரோப்பைல் தயோயூரசிலைப் போன்று 10 மடங்கு ஆற்றல் மிக்கது; 5 மி.கி. அல்லது 10 மி.கி. மாத்திரையாகக் கிடைக்கிறது; நாளும் 15-60 மி.கி. கொடுக்கலாம்.

பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட். தைராய்டு சுரப்பிக்கு அயோடைடு கடத்தப்படுவதை இம்மருந்து தடைசெய்கிறது. இம்மருந்தில் மிகக் கொடிய சோகை உண்டாவதால் அண்மைக்காலமாக எவரும் இதைப் பயன்படுத்துவதில்லை. அயோடைடுகளும், லித்தியம் கார்போனேட்டுகளும் தைராய்டு எதிர் மருந்துகளாகக் கையாளப்பட்டபோதும விளைவு நிறைவளிக்கவில்லை.

கதிரியக்க அயோடின் (^{131}I) நன்கு பயனளிக்கிறது. இது குளிகைகளாகவும் (1-10 மில்லி கியூரி) கரைசல்களாகவும் கிடைக்கிறது. புரப்பனலால் ஹைட்ரோகுளோரைடும் மிகச் சிறந்தது. ஆனால் இதை நீண்ட காலம் பயன்படுத்த முடியாது. இம்மருந்தால் சிலருக்குக் குளுக்கோஸ் மிகை குருதி நிலை உண்டாகிறது.

- சாரதா கதிரேசன்

தைராய்டு சுரப்பி

தைராய்டு என்பது அடிக்கழுத்தின் முன்புறத்தில் அமைந்துள்ள ஓர் அகச்சுரப்பியாகும். இது பார்வைக்குச் சிறகுகளை விரித்து அமர்ந்திருக்கும் ஒரு வண்ணத்துப் பூச்சியைப்போல் காணப்படும். மூச்சுக் குழலின் முன் ஒரு பட்டையான வடிவம், மூச்சுக் குழலின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள சுரப்பியின் பகுதிகளை இணைக்கிறது. இச்சுரப்பி மூச்சுக்குழலுடன் நன்கு பொருந்தியுள்ளமையால், எதையாவது விழுங்கும்போது, மூச்சுக்குழலுடன் சேர்ந்து இச்சுரப்பியும் மேலே போவதுபோல் தென்படும். ஆனால் 25 கிராம் எடையுள்ள இச்சுரப்பி பார்வைக்குத் தெரிவதில்லை. நோயுற்று வீங்கியிருந்தால் மட்டுமே தெரிகிறது. தைராய்டு சுரப்பியின் பின்பகுதியில் நான்கு பாராதைராய்டு சுரப்பிகள் பொதிந்துள்ளன.

தைராய்டு சுரப்பிகளில் இருவகையான செல்கள் அமைந்துள்ளன. அவை தைராக்சின், தைரோனின் ஆகிய ஹார்மோன்களைச் சுரக்கும் குமிழ்ச் செல்கள், சுண்ணாம்புச் சத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும் கால்சிடோனின் என்னும் ஹார்மோனைச் சுரக்கும் குமிழை ஒட்டிய செல்கள் ஆகியவை. குமிழ்ச் செல்கள் குருதியில் கலந்துள்ள அயோடினை எடுத்து நொதிகளின் வாயிலாகத் தைராக்சின் போன்ற ஹார்மோன்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. ஹார்மோன்களை உற்பத்தி செய்த குமிழ்ச் செல்கள் அவற்றை உடனே குருதியில் சுரக்காமல், குமிழ்களில் உள்ள தைரோகுளோபுலின் என்னும் புதரத்தில் சேமித்து வைக்கின்றன. தேவையானபோது மட்டும் இவற்றை இவை மீண்டும் எடுத்துக் குருதியில் கலக்கச் செய்கின்றன.

தைராய்டு சுரப்பியின் இயக்கம் பிட்யூட்டரி சுரப்பி ஹார்மோனால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. தேவையான அளவு தைராக்சின் உடலில் இருந்தால் தைராய்டு சுரப்பி ஊக்கு ஹார்மோன் குறைந்துவிடும். தேவையான அளவு தைராக்சின் குருதியில் இல்லையெனில் ஹார்மோன் அதிகரித்துத் தைராய்டு சுரப்பியைத் தூண்டும். தைராய்டு சுரப்பி இத்தகைய பிட்யூட்டரி சுரப்பி ஊக்கு ஹார்மோன் சுரப்பதை ஹைபோதலாமஸ் கட்டுப்படுத்துகிறது. தைராய்டு சுரப்பியின் குமிழ்ச் செல்கள் ஓர் அயோடின் உள்ள தைரோசின், இரண்டு அயோடின் உள்ள தைரோசின், மூன்று அயோடின் உள்ள தைரோனின் அல்லது நான்கு அயோடின் உள்ள தைரோனின் போன்ற பொருள்களை உற்பத்தி செய்தாலும், இறுதியாகவுள்ள இரண்டை மட்டுமே ஹார்மோன்களாகக் குருதியில் சுரக்கும். இவற்றுள் மூன்று அயோடின் கொண்ட தைரோனின் மிகவும் ஆற்றலுடையது. நான்கு அயோடின் உள்ள தைரோனின் போன்ற பொருள்களை உற்பத்திச் செய்தாலும், இறுதியாகவுள்ள இரண்டை மட்டுமே ஹார்மோன்களாகக் குருதியில் சுரக்கும். இவற்றுள் மூன்று அயோடின் கொண்ட தைரோனின் மிகவும் ஆற்றலுடையது. நான்கு அயோடின் கொண்ட தைரோனின் அல்லது தைராக்சின் என்னும் ஹார்மோன்கூடச் செல்களைச் சென்றடைந்து மூன்று அயோடின் உள்ள தைரோனினாக மாற்றப்பட்ட பிறகே தன் பணியைச் செய்கிறது என்றும் கருதப்படுகிறது.

தைராய்டு ஹார்மோன்கள் உடலின் அனைத்துச் செல்களையும் இயக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தவை. செல்களின் இயக்கத்தின் வேகத்தையும் முதிர்ச்சி அடையும் வேகத்தையும் இவை பொதுவாக மிகுதியாக்குகின்றன. கருப்பையில் உள்ள குழந்தைக்கோ சிறு குழந்தைக்கோ இந்த ஹார்மோன் குறைந்தால் மூளை வளர்ச்சி நிலையாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் பிற உறுப்புகளின் இயக்கமும் மந்தமடைகின்றன.

தைராய்டு சுரப்பியின் இயக்கம் கருவில் உருவாகும்போதே குறைந்த குழந்தைகள், தைராய்டு குறையோடு பிறக்கின்றனர். பிறந்த குழந்தை சரியாக அழுவதில்லை; மலமும் போவதில்லை; தாய்ப்பாலையும்; சரியாகக் குடிப்பதில்லை; மஞ்சட்காமாலையும் இருக்கலாம்; வயிறு புடைத்து, நாக்குத் தடித்து, வாய் சற்றுத் திறந்து, எப்போதும் தூங்குவது போன்ற தோற்றம் உடைய இக்குழந்தையைப் பார்த்ததுமே தைராய்டு குறை உடையன என்று உணரலாம். இருந்தாலும் குழந்தை பிறந்த ஐந்தாம் நாளில், குருதியில் தைராக்சின் தைராய்டு சுரப்பி ஹார்மோன ஆகியவற்றின் அளவைக் கணிப்பதன் மூலம் இதை உறுதிப்படுத்தலாம். நாளடைவில் இக்குழந்தைகளின் உடல வளர்ச்சியும், மூளை வளர்ச்சியும் மந்தமாக உள்ளமையைப் பெற்றோர் தெரிந்து கொள்வர். மூன்று மாதங்களில் குழந்தை முகம் பார்த்துச் சிரிக்காமையாலோ, பற்கள் ஆறு மாதத்தில் முளைக்காமையாலோ, ஓராண்டிற்குள் குழந்தை நிற்காமை யாலோ நோ ய் உறுதிப்படும். இந்த வயதில் எக்ஸ் கதிர்ப் படங்கள் எடுத்துப்பார்த்தால் எலும்புகள் வளர்வதில் பின்னடைவைக் காணலாம்.

வயது வந்தோருக்குத் தைராய்டு குறை ஏற்பட்டால அவர்களின் உடல் பகுதிகளின் இயக்கம் குறைகிறது. முகமும் உடலும் வீங்கிக் காணப்படும். முடி உதிர்ந்திருக்கும். இதயம் வீங்கி, அதைச் சுற்றி நீர் கோத்திருக்கும். செரிப்பு மண்டலத்தின் இயக்கம் குறைவதால் பசியின்மை, மலச்சிக்கல் ஆகிய குறைகள் ஏற்படுகின்றன. இவர்கள் எப்போதும் சுறுசுறுப்பற்று, சோர்வாக இருப்பர். பேச்சும் கரகரப்பாகத் துடிப்பின்றி இருக்கும். வெப்பம் மிகுந்திருப்பினும்

இவர்ளுக்கு வியர்ப்பதில்லை. ஆனால் சிறிது குளிரையும் இவர்களால் தங்க முடிவதில்லை.

சில நேரங்களில் தைராய்டு சுரப்பி தேவைக்கு மிகையாகச் சுரக்கும். தைராய்டு சுரப்பியின் குமிழை ஒட்டிய செல்களிலிருந்து தோன்றும் கட்டிகள் இடைவிடாமல் கால்சிடோனின், புரோஸ்டோகிளான்டின் ஆகிய ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன. கால்சிடோனின், வீரியமற்ற ஹார்மோனாக உள்ளமையாலும், அதை எதிர்த்துப் பாராதைராய்டுகளால் சுரக்கப்படும் பாராதார்மோன் மிகவும் ஆற்றலோடு உள்ளமையாலும் இக்கட்டிகள் உள்ளவர்களுக்குக் குருதியில் சுண்ணாம்புச் சத்துக் குறைவதும் இல்லை; அதற்கான அறிகுறிகளும் உண்டாவதில்லை. ஆனால் இக்கட்டிகள் சுரக்கும் புராஸ்டோகிளான்டின் போன்ற ஹார்மோன்களால் பேதிக்குரிய அறிகுறிகள் தெரியும்.

- கே.கண்ணன்

தைராய்டு சுரப்பியில் ஏற்பட்டுள்ள நோய் மற்றும் செயல்பாட்டுக் கோளாறுகள் விலங்குகளின் சீரான உடல் நலததைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன.

தைராய்டு சுரப்புக் குறை நிலை நாய் இனங்களில் மிகுதியாக காணப்படுகிறது. இந்நிலை, தைராய்டு சுரப்பி, நோய்த் தாக்கத்திற்கு உட்படும்போது ஏற்படுகிறது. மேலும், தன் எதிர் பொருள்கள் (auto antibodies) மூலமாகவும் தைராய்டு சுரப்பி பாதிக்கப்படுகிறது.

தைராய்டு சுரப்புக் குறை நிலை விலங்கு, அடிநிலை வளர்சிதை மாற்றம் (basal metabolic rate) குறைந்தும், உடல் எடை கூடியும், சோர்ந்தும் காணப்படும். தோலின் நிறம் மாறிக் காய்ந்து அரிப்புத் தன்மையுடன் இருக்கும். முற்றிய நிலையில் உடல் முழுவதும் வீக்கமடைந்தும், மூட்டுகள் பாதிக்கப்பட்டும் இருக்கும்.

மிகை தைராய்டு சுரப்பு நிலை பூனையினங்களில் காணப்படும். இந்நிலைக்குத் தைராய்டு சுரப்பியில் ஏற்படும் புற்றுநோயே அடிப்படைக் காரணமாகும். இந்நிலையில் விலங்குகளின் எடை குறைந்து சோம்பி, தளர்ந்து, நடுக்கமான உணர்வைக் காட்டும். சிறுநீர், மலக்கழிவு அடிக்கடி ஏற்படும்.

தைராய்டு வீக்கம். கண்ணுக்குப் புலப்படும் தைராய்டு சுரப்பு வீக்கம், புற்று நோய் மற்றும் அழற்சியற்ற நோய் நிலையாகும். உணவின் வழி அயோடின் குறைவாக உள்ளமையாலும் தைராய்டு வீக்கமுண்டாக்கக்கூடிய பொருள்களாலும் ஏற்படும் தைராய்டு சுரப்புக் குறையால் ஹைப்போதலாமஸ் பிட்யூட்டரி சுரப்புகள் இயக்கப்பட்டு அவை தைராய்டு தூண்டு சுரப்பினை மிகையளவில் சுரந்து தைராய்டு சுரப்பியை வீக்கமடையச் செய்கின்றன. பிறந்த இளம் விலங்குகளில் இந்நிலை கண்டால் அவை இறக்க நேரிடும்.

- ந.புண்ணியமூர்த்தி

தைராய்டு சுரப்பி மிகைநிலை

தைராய்டு சுரப்பியின் இயக்கம் மிகுந்து காணப்படுவதே மீமிகு தைராய்டு சுரப்பி நிலையாகும். இந்நோய் உள்ளமையை இதன் அறிகுறிகளை வைத்து எளிதில் கண்டறியலாம். இவர்களிடம் தைராய்டு சுரப்பிகள் வீங்கிக் காணப்படும். இச்சுரப்பிகளில் குருதிப்பாய்வு மிகுந்துள்ளமையால் இவை வெதுவெதுப்பாயும் மார்பாய்வியினால் (stethoscope) கேட்கக்கூடிய ஓர் ஒலியை எழுப்பிக் கொண்டும் இருக்கும். இவர்களின் இதய இயக்கம் விரைந்தும், வலிவாகவும் இருக்கும்; பலர் இதைப் படபடப்பாக உணர்வர். நாடித்துடிப்பு மிகுந்திருக்கும்; விரல்களில் நடுக்கம் காணப்படும்; குளிர்காலத்திலும் உடல் வியர்க்கும். கடும் பசியிருக்கும்; எவ்வளவு உண்டாலும் உடல் இளைக்கும்; வயிற்றுப்போக்கு அடிக்கடி ஏற்படும்; உறக்கமின்மையும், அச்சவுணர்வும் மிகுந்திருக்கும்.

மீமிகு தைராய்டு சுரப்பி நிலை ஏற்பட அடிப்படைக் காரணம் கிரேவ் நோயாகும். இதைத் தவிர தைராய்டுச் சுரப்பியின் பல கட்டி நிலை, தனிக்கட்டிகள், தைராய்டு சுரப்பி அழற்சி, மிகையாக அயோடின் அல்லது தைராக்சின் உட்கொள்தல் போன்றவையும் காரணமாகலாம். இதைத் தைராய்டு சுரப்பிகளை நன்கு ஆராய்ந்து பார்ப்பதன் மூலமும், ஹார்மோன்களை, அளவீடு செய்வதாலும், கதிரியக்க ஏற்பு, கதிரியக்கப் படங்கள் எடுப்பதாலும் கண்டறியலாம்.

நோயின் காரணத்தை முன்னிட்டு இந்நோய்க்கு மருத்துவ முறையும் வேறுபடும். தயோயூரியா மருந்துகள், பீட்டாத் தடுப்பான்கள் ஆகியவை தைராய்டு சுரப்பியின் இயக்கத்தைக் குறைக்கின்றன; அறிகுறிகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. கிரேவ் நோயும் தன்னைத்தானே

தாக்கும் நோயாதலால் அதன் அடிப்படைக் காரணத்தை அகற்ற முடிவதில்லை. தன்னைத்தானே தாக்கும் தன்மை தானாகவே சரியாகும் வரை இம்மருந்துகளை உட்கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு மருந்து உட்கொள்ளப் பொறுமை இல்லாதோர் அல்லது மருந்துப் பயன்படாதவர்க்கு அறுவை மருத்துவம் தேவைப்படலாம். அறுவை மருத்துவத்தின்போது தைராய்டு சுரப்பியின் பெரும்பகுதி அகற்றப்பட்டுவிடுவதால் அதன் இயக்கம் உடனே குறைந்துவிடுகிறது. நாற்பது வயதிற்கு மேற்பட்டோருக்குக் கதிரியக்க அயோடினைக் கொடுப்பதன் மூலம் தைராய்டு சுரப்பியின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இந்தக் கதிரியக்க அயோடின் தைராய்டு சுரப்பியின் செல்களை வந்தடைந்து அவற்றை சிறிது சிறிதாக எரித்து அழித்துவிடுகிறது. பிற காரணங்களால் தைராய்டு சுரப்பி மீமிகு நிலையை அடைந்தோருக்கு, அவற்றிற்குத் தகுந்த அறுவை மருத்துவமோ, மருந்துகளோ பயன்படுகின்றன.

- கே. கண்ணன்

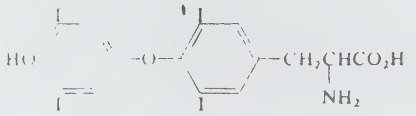
தைராய்டு ஹார்மோன்

முதுகெலும்புள்ள அனைத்து உயிரினங்களிலும் அமைந்துள்ள நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் ஒன்று தைராய்டுசுரப்பி. இது தைராய்டு ஹார்மோன்களை ஆக்கி, சேகரித்து, சுரக்கிறது. ஊன்ம ஆக்கச்சிதைவைத் திறம்பட இயக்குதலே இதன் முதன்மையான பணியாகும். இவ்விரு சுரப்பிகளும் மூச்சுக் குழலில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாகக் காணப்படுகின்றன.

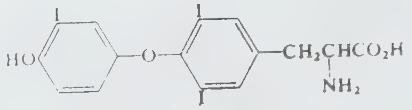
தைராய்டு ஹார்மோன்கள் வேதித் தகவலாளர் எனக் கருதப்படுகின்றன. பல ஆண்டுகளாகத் தைராக்சின், டிரை-அயோடோ தைரோக்சின் ஆகிய இரண்டு மட்டுமே இவ்வகை ஹார்மோன்களாகக் கருதப்பட்டன. 1961ஆம் ஆண்டில் ஹரால்டு காப் என்பார் கால்சிடோனின் என்னும் புதிய தைராய்டு ஹார்மோனைக் கண்டறிந்தார். இதனைத் தைரோகால்சிடோனின் என்பர். 1967இல் இது தூய நிலையில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. 1968ஆம் ஆண்டு செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்டது. இது 33 அமினோ அமிலங்கள் இணைந்த ஒரு பல்லுறுப்பிப் பெப்டைடு; மற்ற இரு ஹார்மோன்களில் காணப்படுவது போன்று அயோடின் இதில் இல்லை.

தைராய்டு சுரப்பி பல்வேறான செல்களால் ஆனது. இவற்றில் ஒன்றான அசினார் செல் தைராக்சினையும், டிரைஅயோடோ தைரோனினையும் சுரக்கிறது. C-செல் எனப்படும் சிறு பிளவுகளை உடைய மென்பதக்கூறான (interstial parenchymal) செல்கள் தைரோ கால்சிடோனினைச் சுரக்கும்.

உயிர் வேதியியல். தைராக்சினும் டிரைஅயோடோ தைரோனினும் டிரயோசின் தைரோகுளோபுலின் என்னும் பெரிய மூலக்கூற்றில் உள்ளன. இவை அசினார் செல்கள் சூழப்பட்ட சிறு சவ்வுப் பைகளில் (vesicles) சேகரிக்கப்படுகின்றன. இந்த ஹார்மோன் தயாரிக்கப்படுவது உணவில் உள்ள அயோடின் அளவினையும், பிட்யூட்டரி சுரப்பி சுரக்கும் தைராய்டைத் தூண்டும் ஹார்மோன்களின் (TSH) அளவினையும் பொறுத்தது. TSH தூண்டலினால் அசினார் செல்களில் தைரோகுளோபுலின் நீராற்பகுக்கப்பட்டுத் தைரோனின் கிடைக்கிறது. குருதியில் உள்ள பிளாஸ்மாவில், மிகையான சுண்ணாம்புச்சத்து உயரும்போது தைரோகால்சிடோனின், C-செல்களில் தோன்றி, குருதியில் சுரக்கப்படுகிறது.



தைராக்சின்



டிரைஅயோடோ தைரோனின்

இந்த ஹார்மோன்கள் குருதியில் சுரந்தவுடன் பிளாஸ்மாவில் உள்ள குளோபுலின், பிரிஆல்புமின் (prealbumin) எனும் புரதங்களுடன் இணைந்து, உடலின் அனைத்துத் திசுக்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. கல்லீரல் இவற்றை விரைவாக உட்கவர்கிறது. மூளை மெதுவாக எடுத்துக்கொள்கிறது. சாதாரண மனிதனின் பிளாஸ்மாவில் இந்த ஹார்மோனில் உள்ள அயோடின் 3-6 மைக்கிரோகிராம்/100 மி.லி. இதனை வேதி முறைகளால் துல்லியமாகக் கண்டறியலாம்.

மனிதனின் சரியான உடல், மன வளர்ச்சிக்கும், பல்வேறு உறுப்புகளின் செயல்பாட்டிற்கும், இவ்வகை ஹார்மோன்கள் குறிப்பிட்ட அளவு இன்றியமையாதவையாகின்றன. இவை குறைவாகச் சுரந்தால் தடைப்பட்ட அல்லது மந்த வளர்ச்சியும் மிகையாகச் சுரந்தால் நீரிழிவு நோயும் உண்டாகலாம். குறை சுரப்பால் முன் கழுத்துக் கழலை தோன்றும்.

-இரா. விசுவநாதன்

தைலம் (சித்த மருத்துவம்)

எண்ணெய்க் கலந்து செய்யப்படுபவை தைலம் எனப்படும். அகமருந்து முப்பத்திரண்டில் ஒன்றான தைலத்தில் முடித்தைலம், குடித்தைலம், பிடித்தைலம்,துளைத்தைலம், சிலைத்தைலம் என ஐவகையுண்டு.

முடித்தைலம். தலையில் முடி வளரச் செய்யவும், தலைவலி முதலிய நோய்களிலிருந்து மீளவும், கபால வெப்பத்தைத் தணிக்கவும் முடித்தைலம் பயன்படுகிறது. எ-டு: அரக்குத் தைலம், சுக்குத் தைலம், சீரகத் தைலம், நீலிபிருங்காதித் தைலம்.

குடித்தைலம். இது நோய் நீக்கவும்,பேதியாக மருத்துவத்திற்குமுன் கொடுக்கவும் பயன்படுகிறது. எ-டு; கந்தகச் சுடர்த் தைலம், சுழற்சித் தைலம், ரசத்தைலம்.

பிடித்தைலம். இளம்பிள்ளைவாதம், பக்கவாதம் முதலிய நோய்களில் தாக்கப்பட்ட உறுப்பின் மேலே தடவிப் பிடித்து விடவும் ஒற்றடம் கொடுக்கவும் இது பயன்படுகிறது. எ-டு: உளுந்துத்தைலம், வாதகேசரித் தைலம்.

துளைத் தைலம். நோய்கள் குணமாகும் பொருட்டு உடலிலுள்ள 9 துளைகள் வழியாக இத்தைலம் உட்செலுத்தப்படுகிறது. எ-டு: பீனிசத் தைலம், தூது வேளைத் தைலம.

சிலைத் தைலம். இது புரைகளின் வழியாக வெளியாகும் குருதி, சீழ் முதலியவற்றை அகற்றப் பயன்படும். எ-டு: மததன தைலம், புங்கத் தைலம்.

-ப. சம்பங்கி

தொகுத்த சுற்றுகள்

ஒரு தனித்த குறைகடத்திப் படிகத்தின் உட்பகுதியிலும் மேற்பகுதியிலும் நுண்ணிய மின்னனுச் சுற்றுகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இதற்குத் தொகுத்த சுற்றுகள் (integrated circuits) என்று பெயர். எளிய தருக்கச் சுற்றுகள், மிகைப்பிகள் இவற்றின் தொகுத்த சுற்று சிக்கலானது. இது. 1.3 மி.மி. சதுர அளவுடையதாகும். மிகு அளவு தொகுத்த சுற்றுகள் 8 மி.மீ. சதுர அளவுடையவையாகும். இவை பல்லாயிரக்கணக்கான திரிதடையங்களையும் (transistors) பல்வேறுவகைக் கூறுகளையும் கொண்டுள்ளன. கணிப்பொறி நினைவுச் சுற்றுகள், நுண் கணிப்பொறியின் மைய இயக்க அமைப்புப் போன்ற சிக்கலான தருக்கத் துணை அமைப்புகள் ஆகியவற்றை இவை அளிக்கும்.

1960 ஆம் ஆண்டின் இடையில் பல மின்னனு அமைப்புகளுக்குத் தொகுத்த சுற்றுகள் கூறுகளாக விளங்கின. இவற்றின் விலை மலிவு, மிகு நம்பகத்தன்மை, வேகம் ஆகியவற்றின் காரணமாக எண்ணியல் கணிப்பொறியில் (digital computer) பயன்பட்டன. மேலும் மிகு அளவு தொகுத்த சுற்றுகள் கணிப்பான் (calculator) மற்றும் மின்னணுக் கடிகாரங்களிலும் பயன்படுகின்றன. கணிப்பொறித் தொழிற்நுட்ப கருவிகள், தானியங்கிகள் போன்ற பல கருவிகளில் நுண்கணிப்பொறி பயன்படுகிறது. ஒப்புமைக் குறிப்பலைச் செலுத்துகைக்காக, அதிர்வெண் பண்பேற்றத் திட்பநிலை அலைப் பண்பிறக்கிகள், இணைப்பி-மின்தேக்கி வடிப்பிகள் ஆகிய தொகுத்த துணை அமைப்புகள் தயாரிக்கப்பட்டன.

தொகுத்த சுற்றுகள், திரிதடையங்கள், இரு முனையங்கள் (diodes) போன்ற செயல்திறன்மிக்க மின்னணுக் கருவிகளையும் மின்தடையங்கள், மின் தேக்கிகள் போன்ற செயல்திறன் குறைந்த (passive components) கூறுகளையும் ஒரு தனிக் குறைகடத்திப் படிகத்தினுள் பெற்றிருக்கும். இந்தக் கூறுகளைக் குறைகடத்தியினுள் அமைப்பதற்குக் குறைகடத்தியின வெவ்வேறு பகுதிகளில் மாசுகள் புகுகின்றன. தொகுத்த சுற்றுகளைக் கட்டமைப்புச் செய்வதில் கடத்திகளை வளிம-நிலைமம் படியவைத்தல் (vapour-phase deposition) முறை பயன்படுகிறது.

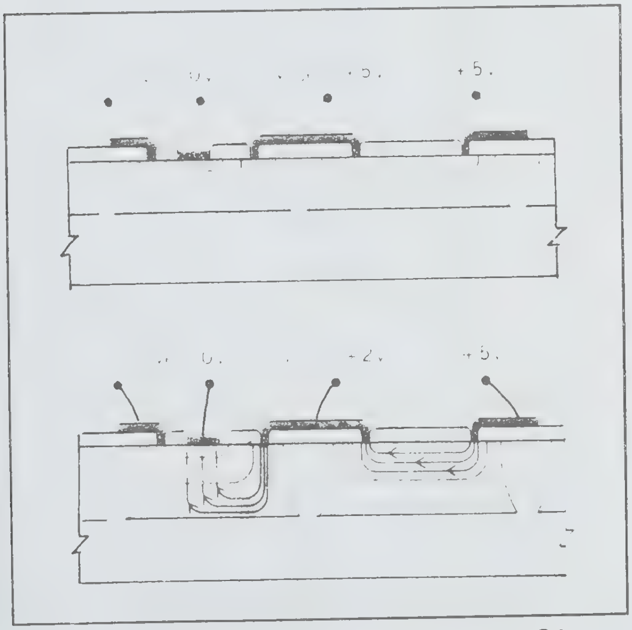
பொதுவாக, தொகுத்த சுற்றுகள் தனித்தனிக் கூறுகளைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட மின்னணுச் சுற்றுகளைப் போலவே இருப்பதில்லை. சிலிக்கான் தளத் திரிதடையங்களின் தயாரிப்பால் இதன் தொழில் நுட்பம் பெருகியது. ஏனெனில், திரிதடையங்கள், திரிதடையங்களின் மாற்று அமைப்புகள் ஆகியன தொகுத்த சுற்றுகளின் அடிப்படைக் கருவிகள் ஆகும். வடிவமைப்பு வகைகளில் தரமான மின்தேக்கிகள் கட்டமைக்கப்படுகின்றன. மூன்றாம் வகைச் செயல் திறன் குறைந்த கூறான மின்நிலைமம், சிக்கலான சுற்றமைப்பால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

எளிய எண்ணியல் சுற்றுகள் சில எளிய அமைப்பு மாற்றங்களால் வடிவமைகின்றன. முதலாவதாக 1960இல் கணிப்பொறி, வான்வெளி அமைப்புகள் ஆகியவற்றிற்காக மாறுதிசையாக்கிகள் (inverters), வாயில்கள் (gates) ஆகியன உருவாக்கப்பட்டன. நேரியல் தொகுத்த சுற்றுகள்

எனப்படும் ஒப்புமைச் சுற்றுகள், இவற்றின் மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள் போன்ற செயல்திறன் குறைந்த கூறுகளின் மிகு சார்ந்த தன்மையின் காரணமாகப் பல ஆண்டுகளாக ஆய்வு பயன்பாட்டிற்கு வரவில்லை. முதலாவதாக 1966 இல் ஒப்புமைக் கணிப்பொறிக்காக (analog computer) மிகைப்பிகளும் (operational amplifier) கருவிகளும் தயாரிக்கப்பட்டன.

சுற்றுகளின் வகைகள். தொகுத்த சுற்றுகள், இவற்றில் பயன்படும் திரிதடையங்களின் வகையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இரண்டு தொகுதிகளாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அதன் இருமுனை (bipolar) மற்றும் உலோக ஆக்சைடு தொகுத்த சுற்றுகளாகும். இருமுனை தொகுத்த சுற்றுகளின் முதன்மைக்கூறு இருமுனை சந்தித் திரிதடையமாகும். உலோக ஆக்சைடு குறைகடத்தி (MOS) தொகுத்த சுற்றுகளின் முதன்மைக் கூறு உலோக ஆக்சைடு குறை கடத்தித் திரிதடையமாகும். இவை இரண்டும் குறைகடத்தியினுள் உள்ள மாசுகளின் மின் சார் தன்மையையும், குறைகடத்தியின் பரப்பின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் உலோகப் படலத்தையும் சார்ந்துள்ளன.

இருமுனைச் சுற்றுகள் பொதுவாக மிகு எண்ணியல் தேவைக்குப் பயன்படுகின்றன. உலோக ஆக்சைடு குறைகடத்திச் சுற்றுகள் பெரிய அளவீட்டுத் தொகுத்தல் (large-scale integration) அல்லது குறைந்த திறன் அழிவு ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகின்றன.



படம். 1 இருமுனை மாறுதிசையாக்கிச் சுற்றின் செயல்பாடு

அ) உள்ளிடு மின்னழுத்தம் V_{in} சுழியாக இருத்தல்

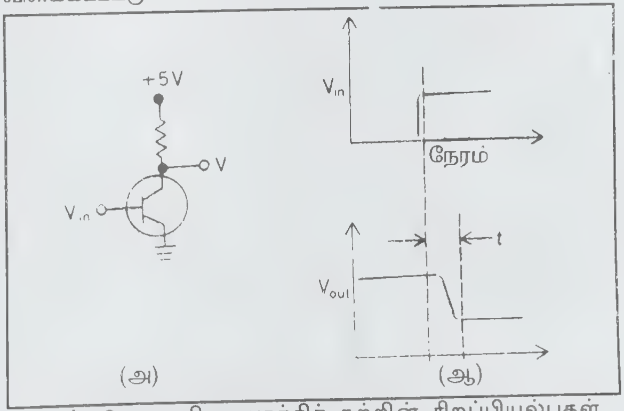
ஆ) மிகை உள்ளிடு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அம்புக்குறி மின்னோட்டத் திசையைக் குறிக்கிறது.

நேர்போக்குச் சுற்றுகள் பெரும்பாலும் இருமுனையாக உள்ளன. ஆனால் உலோக ஆக்சைடு குறைகடத்திக் கருவிகள் இணைப்பி மின்தேக்கி வடிப்பான்களில் பயன்படுகின்றன.

இருமுனை தொகுத்த சுற்றுகள். ஒரு விரவிய தடையம் மற்றும் npn திரிதடையம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்திய ஓர் எளிய இருமுனை மாறுதிசையாக்கிச் சுற்று (bipolar inverter circuit) படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உள்ளிடு மின்னழுத்தம் V_{in} திரிதடையத்தின் அடிவாயிற்குக் கொடுக்கப் படுகிறது. உமிழ்வானைப் (emitter) பொறுத்து V_{in} சுழி அல்லது குறை எண்ணாக இருக்கும் போது மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. இறுதியாக, மின்தடையத்திற்கிடையில் மின்னழுத்த வேறுபாடு இருப்பதில்லை; வெளியிடு மின்னழுத்தம் V_{out}, கொடுக்கப்படும் சார்பு மின்னழுத்தம் 5Vற்குச் சமமாக உள்ளது. உள்ளிடு மின்னழுத்தம் மிகையாக இருக்கும் போது, திரிதடையம் கடத்தும் நிலையில் உள்ளது. மின்னோட்டம் திரிதடையத்தின் வழியாகப் பாய்ந்து, இதனின்று மின்தடைக்குச் செல்கிறது. இறுதியாக வெளியிடு மின்னழுத்தம் குறைகிறது. எனவே உள்ளிடு மின்னழுத்தத்தின் மாறுபாடு, வெளியீட்டில் திசைமாற்றப்படுவதைக் காட்டுகிறது.

சுற்றுக் குறியீடு மற்றும் தொடர் மாற்றி நிகழ்வின்போது மாறுபடும் உள்ளிடு, வெளியிடு மின்னழுத்தங்கள் படம் 2 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

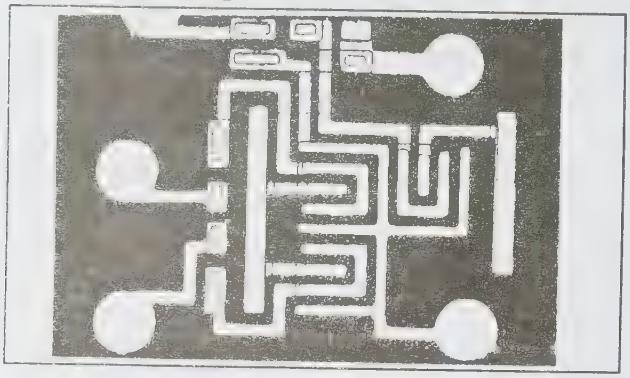


படம். 2 மாறுதிசையாக்கிச் சுற்றின் சிறப்பியல்புகள்

அ) சுற்றின் குறியீடு (ஆ) தொடர்மாற்றி அலைவடிவங்கள்

உள்ளிடு மின்னழுத்தத்தில் மாறுபாடு அடையும் நேரத்தைவிட வெளியிடு மின்னழுத்தத்தின் மாறுபாடு தாமதமாகிறது. இந்த நேர மாறுபாடு செலுத்துகைத் தாமதம் எனப்படும். இது அனைத்துத் தொகுத்த சுற்றுகளுக்கும் சிறப்பியல்பு வாய்ந்ததாகும். சில ஆய்வு முயற்சிக்குப் பின் இதன் அளவு குறைக்கப்பட்டது. ஒரு பில்லியன் நொடியைவிடக் குறைவாகப் பெறப்பட்டது.

பல எளிய எண்ணியல் சுற்றுகளை, மாறுதிசையாக்கிச் சுற்றுகளைப் போலக் கட்டமைக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு தருக்க வாயில் (logic gate) சுற்றின் ஒளி நுண்வரைபடம் இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம்.3 இருமுனைத் தருக்கவாயில் சுற்றின் ஒளிநுண் வரைபடம்

இந்தச் சுற்று ஒரு தொடக்கநிலை எண்ணியல் தொகுத்த சுற்றாகும். இது தொழில் முறையில் 1961 இல் வெளியிடப்பட்டது. 1983 இல் 16 எண்ணுள்ள நுண்கணிப் பொறி எண்ணியல் தொகுத்த சுற்று வெளியிடப் பட்டது. இந்தச் சுற்று, மூவாயிரத்திற்கு மேற்பட்ட சிறிய சுற்றுகளைக் கொ ண்டது. இதை விவரிக்கும்போது இது அடர்வு மிகுந்துள்ளமை தெரிகிறது. தொகுத்த சுற்றுத் தயாரிப்பாளர்களின் பொருளாதாரத்தால் மேலும் சிக்கலான அமைப்பு மாறுதல் ஏற்பட்டது. ஏனெனில், தயாரிப்பு முறைகளின்படி, அனைத்துச் சுற்றுகளும் ஒரு சிறிய தகட்டின் (slice) மீது கட்டமைக்கப்படுகின்றன. இதன் பயனாக, பல சுற்றுகள் ஒரு தகட்டின் மீது அமைகின்றன; சுற்றின் விலைமதிப்பும் குறைகிறது; ஏனெனில் சோதனையிடல், தொகுதியாக்குதல் ஆகியன சில்லுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தவையாகும். எனவே ஒரு மென்தகட்டின் (wafer) மீது பல சில்லுகளின் சுற்றை அமைத்தால் அதன் விலை மதிப்புக் குறைகிறது.

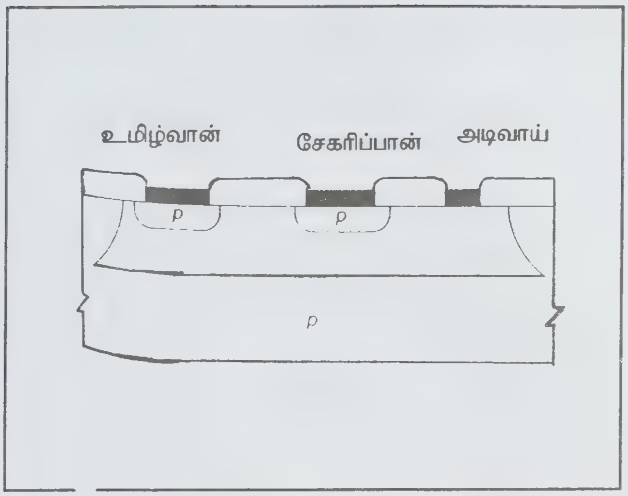
நேர்போக்குச் சுற்றுகள். மிகைப்பிகளை அடிப்படை யாகக் கொண்ட தொகுத்த சுற்றுகள் நேர்போக்குச் சுற்றுகள் (linear circuits) எனப்படுகின்றன. இதற்குச் காரணம், மிகைப்பிகள் எப்போதும் உள்ளிடு குறிப்பலை அதிர்வுகளுக்கு நேர்போக்கு விகிதத்தில் செயல்படு வதேயாகும். நினைவு மிகைப்பிகள் (memory amplifiers) ஒப்புமை மற்றும் எண் நிகழ்வுச் செயல்கள் ஆகியன இவ்வகையில் அடங்கும். ஏனைய சுற்றுகள் நேர் போக்கற்ற சிறப்பியல்பைப் பெற்றிருக்கும். ஒப்புமை-எண் மாற்றிகள், நேரக் கட்டுப்படுத்திகள், ஆகியன எண் மற்றும் ஒப்புமைக் கலப்புச் சுற்றுகள் ஆகும்.

சுரம் (tune) மற்றும் வடிப்பான் சுற்றிகளில் மின்தூண்டத்தின் பற்றாக்குறையே இச்சுற்றுகளின் குறைபாடு ஆகும். மின்தடை - மின்தேக்கி வலை அமைப்பு மற்றும் துணைச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இக்குறைபாடு நீக்கப்படுகிறது. குறை அதிர்வெண் சுற்றுகளில் வலை அமைப்பிலுள்ள மின்தடைகளுக்குப் பதிலாக இணைப்பி மின்தேக்கி பயன்படுகிறது. மிகு அதிர்வெண்களில், கட்டம் பூட்டிய (phase-locked) கண்ணி எனப்படும் அலையியற்றியை அடிப்படையாகக் கொண்ட சுற்றுகள் மின்தூண்டத்திற்குப் பதிலாக வானொலி செலுத்துகை மற்றும் பண்பிறக்கங்களில் பயன்படும்.

முதலாவதாக, நேர்போக்குச் சுற்றுகளின் முன்னேற்றம் மெதுவாக இருந்தது. இதற்குக் காரணம் குறைகடத்தி அடித்தளத்திற்கும் செயல்படும் உறுப்புகளுக்குமிடையே இடையீடு ஏற்படுவதால் செயல்திறன் குறைநத உறுப்புகளைத் தொகுப்பது கடினமாக இருந்தது. எனவே நேர்போக்குச் சுற்றுகளைக் கட்டமைப்பதற்குப் புதுப்புனைவுத் திறன் தேவைப்படுகிறது. மேலும் பொருளாதார முறையில் எண்ணியல் சுற்றுகளை வடிவமைக்க இயலும். பல மாறுதிசை மாற்றிகள், வாயில்கள் ஆகியவற்றின் இணைப்பால் ஓர் எண்ணியல் கணிப்பொறியை உருவாக்க இயலும். ஆனால் ஒப்புமைச் செய்தி அமைப்புகளில் சில சிறப்பு வாய்ந்த நேர்போக்குச் சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன.

குறைகடத்திக் கருவிகள். தொடர்ச்சியான கண்டுபிடிப்புகளால், சிக்கலான தன்மை (complexity), எண்ணியல் சுற்றுகளின் வேகம், செயல்பாட்டின் சிறப்பியல்புகள், நேர் போக்குச் சுற்றுகளின் பல்லியல்வு திறம் ஆகியன மிகுதியாக்கப்பட்டன. புதுவகையான செயல்திறனுள்ள மற்றும் செயல்திறன் குறைந்த குறைகடத்திக் கருவிகள் தொகுத்த சுற்றுகளில் பயன்பட்டன. இவை pnp மற்றும் npn திரிதடையங்கள் ஆகும்.

இரண்டு வகையான, pnp திரிதடைய அமைப்புகள், நிலையாகத் தொகுத்த சுற்றுத் தொழில் நுட்பத்தைக் கொண்டவை (படம் 5) , படம் 5அ பக்க (lateral) pnp திரிதடையமாகும்.



படம். 5 pnp திரிதடைய அமைப்பின் வகைகள்

அருகில் அமைக்கப்பட்ட இரண்டு p வகை மாசுப் பகுதிகளைக் கொண்டு இது வடிவமைக்கப்படுகிறது. இது போலவே npn திரிதடையமும், மின்தடையங்களும் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. அடுக்கு pnp திரிதடையம் படம் 5 ஆ-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் p-வகை அடுக்கு, சேகரிப்பானாக (collector) விளங்குகிறது.

பிறிதொரு வகையில் மிகு மின்தடை மதிப்புகளைக் கொண்ட மின்தடை தொகுத்த சுற்றில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. நிலையான மின்தடை நிகழ்வுகளில், மிகுதியான மின்தடைகளுக்கு நீளமான மின்தடையம் தேவைப்படுகிறது, இதற்குப் பெரியதான சில்லுகள் தேவை. இதற்கு மாற்றுவழியாக, விரவிய பகுதிக்கு இடையிலமைந்த n-பகுதியும் அடுக்கும் மின்தடையாகச் செயல்படும். இந்தக் குறைகடத்திப் பகுதி p-வகை விரவலால் ஏற்படுத்தப்படும் மின்தடையைவிட மிகுதியான மின்தடையைக் கொண்டது. எவ்வகையிலும், மேலிருந்து கீழாக n-பகுதி மற்றும் இரண்டு p பகுதிகளுக்கிடையே தலைகீழ்ச் சார்பு (reverse bias) ஏற்படுகிறது. இந்த மின்தடைகள் நேர்போக்கற்ற மின்னோட்டம் - மின்னழுத்தச் சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றிருக்கும். இதற்கு மாற்று முறையாக, காப்பிடப்பட்ட சிலிக்கான் டைஆக்சைடு படலத்தின் மீது ஆவியாதல் அல்லது உமிழ்தல் முறையால் மிகு மின்தடை உலோகம் மென்படலமாகப் படிய வைக்கப்படுகிறது. இப்படலங்கள் விரவிய p பகுதியைவிட நூறு மடங்கு மிகுதியான மின்தடையைக் கொண்டுள்ளன. குறைகடத்தியின் அனைத்து அமைப்பையும் செயல்படுத்திய பிறகு இப்படிவு ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

பல்வேறு மாற்றுமுறைகள் pn சந்தித் தனியாக்கல் (junction isolation) பயன்பாட்டில் உள்ளன. திரிதடையப் பகுதிகளைச் செதுக்கல் (etching) முறையில் ஆக்சைடு அல்லது காற்றால் உறுப்புகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. மின்கடத்தாத் தனியாக்கல் (dielectric isolation) எனப்படும் முறை, தொடக்கத்தில் படைத்துறைச் சுற்றுகளில் கதிர்வீச்சு -தூண்டல் மின்னோட்டம் பாய்வது அல்லது சுற்றுகளை அழிப்பதை நிறுத்துவதற்குப் பயன்பட்டது. இப்போது இது தொழில் முறையில் சுற்றுகளின் கொள்ளளவு சிறிதாக்கப்படுதல், செல்பாடு விரைவுபடுத்தப்படுதல், ஒவ்வொரு திரிதடையத்திற்கும் தேவையான சிலிக்கானில் அளவைக் குறைத்தல் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுகிறது. மேலும் இது மிகுதியாகப் பயன்படாமைக்குக் காரணம் இதன் அடிப்படை நிகழ்வுகள் சிக்கலானவை என்பதாகும்.

MOS **தொகுத்த சுற்றுகள்.** பிறிதொரு சிறப்பான தொகுத்த சுற்று MOS எனப்படும். இதன் அடிப்படைக் கருவி உலோக ஆக்சைடு குறைகடத்திப் புல விளைவு திரிதடையம் (MOSFET) என்பதால் MOS எனப்படுகிறது. இது இருமுனைச் சுற்றுகளைவிடப் பெரிய-மிகு-அளவீட்டுத் தொகுதிக்கு (very large-scale integraton) ஏற்புடையதாகும். ஏனெனில் Mos திரிதடையங்கள் தற்தனியாக்கலையும் (self isolation) $5x10^{-5}$ சதுர மி.மீட்டரை விடக் குறைவான பருமனையும் பெற்றுள்ளன. ஒரு சுற்றில் 1,00,000க்கும் மிகுதியான திரிதடையங்களை ஏற்படுத்தலாம். இதன் மிகு அடர்த்திச் செயல்திறனால், MOS திரிதடையங்கள் மிகு அடர்த்தி முறையில்லா அணுக்க நினைவகச் (Memory-RAM) முறையான படிப்பு நினைவகச் (read only memory) சுற்றுகளிலும் நுண்ணியக்கிகளிலும் (microprocessor) பயன்படும்.

1960இல் பலவகையான MOS கருவிக் கட்டமைப்புத் தொழில் நுட்பம் மேம்மடுத்தப்பட்டது. (1) உலோகவாயில் P வழி MOS, இது அலுமினியத்தை மின்முனைகளாகவும் உள் இணைப்புகளாகவும் பயன்படுத்துகிறது; (2) சிலிக்கான் வாயில் P - வழி MOS, இது பலபடிகச் சிலிக்கான் வாயில் மின்முனைகளாகவும் முதல் இணைப்புப் படலமாகவும் பயன்படுகிறது; (3) n வழி MOS (NMOS), இது பொதுவாகச் சிலிக்கான் வாயிலாக இருக்கிறது; (4) நிரப்பு MOS (CMOS): இதில் n வழி மற்றும் p வழிக் கருவிகள் பயன்படும். 1984இல் சிலிக்கான் வாயில் NMOS மற்றும் CMOS ஆகியன மேம்பட்ட தொழில் நுட்பமாக விளங்கின. சிலிக்கான் வாயில்களைப் பயன்படுத்தும் CMOS, புதிய வடிவமைப்புகளுக்கு மிகச் சிறந்தது.

கருத்துகளின் அடிப்படையில் வடிவமைப்பிலும் MOS திரிதடையம், இருமுனைத் திரிதடையத்தைவிட எளிய

கருவியாகும். 1930ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு இதன் செயல்படும் தத்துவங்கள் அறியப்பட்டன. இருமுனைத் திரிதடையத்தின் கண்டுபிடிப்பு, MOS திரிதடையத்தின் முன்னேற்றத்திற்கு அடிப்படையாக இருந்தது. 1964 வரை இது வணிக முறையில் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதன் செயல்பாடு குறைகடத்தியின் பரப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டது, ஆனால் இருமுனைத் திரிதடையம், குறைகடத்தியின் பருமப் பண்பைச் சார்ந்ததாகும். இதிலிருந்து நன்கு ஆக்சிஜனேற்ற சிலிக்கான் பரப்பின் பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும்போது மட்டும் MOS திரிதடையங்கள் சோதனைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

CMOS ஓர் எளிய CMOS மாறுதிசை மாற்றி படம் 7இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் சிறப்பியல்புகள் படம் 8 இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன்.

n-வழி மற்றும் p-வழித் திரிதடைய வாயில்கள் வடிகால்களுடன் (drains) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பொதுவாக வாயில் இணைப்பு உள்ளீட்டுக் கணுவாகவும் (input node) பொதுவான வடிகால் இணைப்பு வெளியீட்டுக் கணுவாகவும் காணப்படும். வெவ்வேறு வகைச் சுற்றுகளுக்கு இதன் வெளியீட்டு கணுவில் ஒரு மின்தேக்கியை இணைக்க வேண்டும்.

உள்ளீட்டுக் கணுக் குறை நிலையில் அதாவது OV இல் இருக்கும்போது, n-வழி வாயிலுக்கும் மூலத்திற்கும் (source) இடையேயான மின்னழுத்தம் OV ஆகவும், p - வழி வாயிலுக்கும் மூலத்திற்குமிடையேயான மின்னழுத்தம் -5v ஆகவும் இருக்கும். n வழித் திரிதடையத்திற்கு நேரின வாயில் மூலம் மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. இது திரிதடையத்தின் பயன் தொடக்க மின்னழுத்தத்தைவிட (threshold voltage) மிகுதியாகும்.

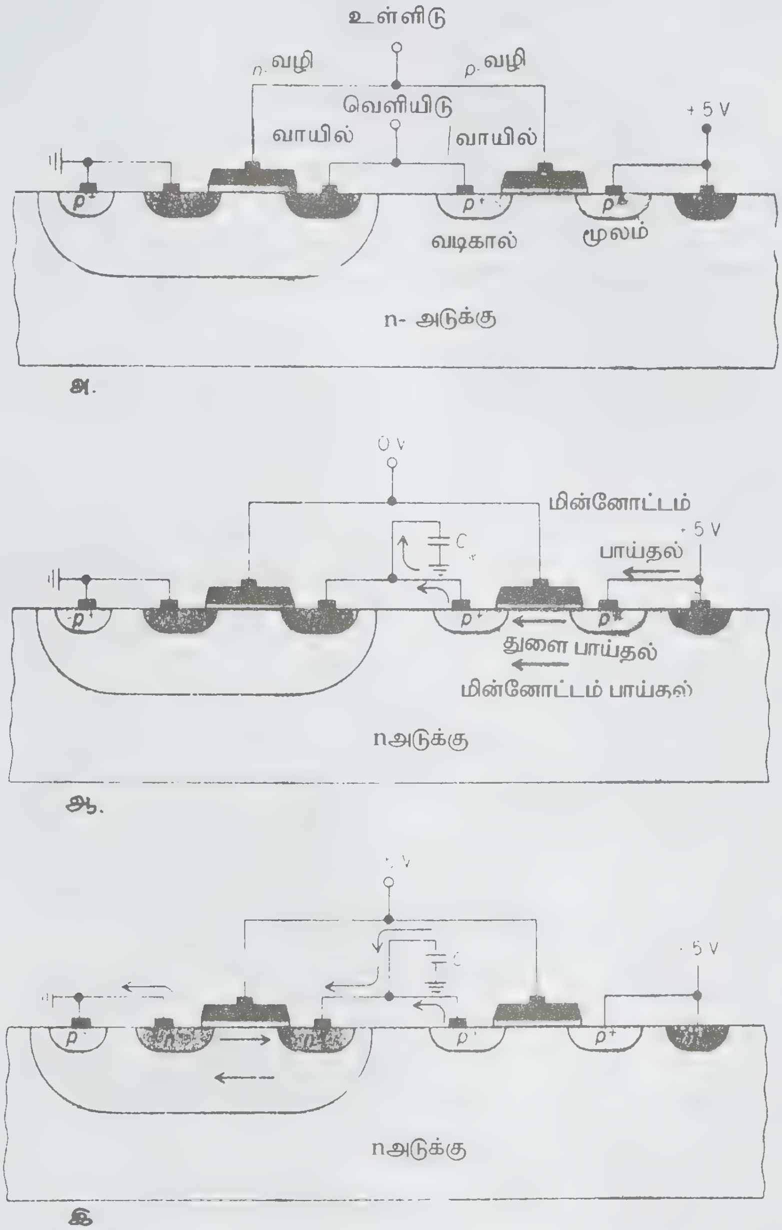
வடிகால் மற்றும் மூலம் இவற்றிற்கிடையே மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு முன்பு இது தொடங்குகிறது. வாயில் - மூலம் மின்னழுத்தம் 0v ஆக இருக்கும்போது இது செயல்படுவதில்லை. வடிகால் மற்றும் மூலத்திற்கிடையே மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. p வழித் திரிதடையத்தில், வாயில் மற்றும் மூலத்திற்கிடையே எதிரின மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. இது தொடக்க மின்னழுத்ததை விடக் குறைவானதாகும். (எ.டு. -0.5 லிருந்து -1.5v வரை) வாயில் மூலம் மின்னழுத்தம் -5v, தொடக்க வாயில் மின்னழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கிறது. p - வழித் தொடங்கும் மின்னோட்டம் மூலத்திலிருந்து வடிகாலிற்குக் கடத்தப்படுகிறது. மேலும் சுமை மின்தேக்கியை மின்னூட்டுகிறது. ஒருமுறை மின்தேக்கி உயர்நிலை (high state) 5v இற்கு மின்னூட்டப்பட்டால், திரிதடையம் மேலும் செயல்படுவதில்லை. ஏனெனில், இங்கு மூலம், வடிகால் பகுதிகளுக்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு இருப்பதில்லை.

உள்ளீடு உயர்நிலை 5v ஆக இருக்கும்போது, எதிர் நிகழ்வு ஏற்படும் . n-வழித் திரிதடையம் செயல்படத் தொடங்குகிறது, p-வழித் திரிதடையம் செயல்பாட்டை நிறுத்திவிடுகிறது. இது சுமை மின்தேக்கியை n-வழித் திரிதடையத்தின் வழியாக மின்னிறக்கம் செய்கிறது. விளைவாக வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் உயர்நிலை 5v இலிருந்து குறைநிலை ov இற்குக் குறைகிறது. மீண்டும் ஒருமுறை வடிகால், மூலம் இவற்றிற்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு இருப்பதில்லை (மின்தேக்கி ov இல் மின்னிறக்கமடைகிறது); மின்னோட்டம் பாய்வது நிறுத்தப்படுகிறது; சுற்று நிலைத்தன்மை பெறுகிறது.

இந்த எளிய சுற்று, CMOS சுற்றுகளின் சிறப்புத் தன்மையை விளக்குகிறது, ஒருமுறை சுமை மின்தேக்கி 5v இற்கு மின்னேற்றம் அடைந்தாலோ ov இற்கு மின்னிறக்கம் அடைந்தாலோ மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. மேலும் செயல்நிலைத் திறன் மிகக் குறைவாகும். இதனால் மின்கலத்தைக் கொண்ட CMOS சுற்றுகள் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவையாக விளங்குகின்றன. ஏனைய MOS தொழில் நுட்பங்கள் இந்தச் சிறப்பியல்புகளைக் கொண்டிருப் பதில்லை.

CMOS சுற்றுகளைப்போல இவற்றின் செயல்நிலைத் திறன் குறைவாக இருப்பதில்லை. இருமுனைச் சுற்றுகளுக்கு ஏனைய MOS தொழில் நுட்பங்களை விட மிகுதியான திறன் தேவைப்படுகிறது. CMOS சுற்றுகளில் குறைந்த திறனுக்காகத் துணைச் சுற்றைக் கட்டமைக்க வேண்டியுள்ளமையால் NMOS சுற்றகளைவிட விலை 10-20% மிகுதியாகும்.

மாதிரி - செய்திக்கூறு கருவிகள். மாறுதிசை யாக்கிச் சுற்றுகள், MOS கருவிகள் ஆகியன பல ஒப்புமைச் சுற்றுப் பயன்பாடுகளுக்கான சிறப்பியல்புகளைத் தருகின்றன. செய்தித் தொடர்புப் பயன்பாடுகள் மாதிரி-செய்திக்கூறு (sampled-data) முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. மின்னூட்டம்-பிணைப்புக் கருவிகள் (Charge Coupled Devices - CCD), இணைப்பு - மின்தேக்கிவலை அமைப்புகள் என்னும் இரண்டு வகையான கருவிகள் இந்தப் பயன்பாடுகளில் உள்ளன.

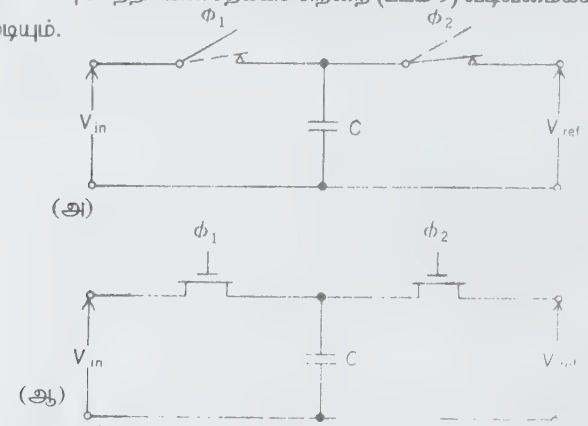


படம். 7 எளிய CMOS மாறுதிசையாக்கிச் சுற்று

அ) குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் (ஆ) உள்ளிடு மின்னழுத்தம் OV இருக்கும்போது மின்னோட்டம் பாய்தல் (இ) உள்ளிடு மின்னழுத்தம் 5v இருக்கும்போது மின்னோட்டம் பாய்தல்

மின்னூட்டம் - பிணைப்புக் கருவியில் குறைகடத்திப் பரப்பிலுள்ள மின்னூட்டத்தை அதன் பரப்பின் நீளவாக்கில், தொடர்ச்சியான MOS வடிவமைப்புகளால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுத்தக் கிணறுகளின் வழியாகச் செலுத்த முடியும். படம் 6இல் RAM சுற்றிலுள்ள சேமிப்புக் கலம் (storage cell) மூலம் ஒவ்வோர் எண்ணிற்கும் தனி CCD உறுப்பு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளமையைக் காண முடியும்.

MOS வடிவமைப்புகளிலிருந்து மின்தேக்கி C, MOS திரிதடையங்களுடன் தொகுக்க முடியும். இது இணைப்பு மாற்றியாகப் (switch) பயன்படுகிறது. இதைக் கொண்டு இணைப்பு மாற்றி - மின்தேக்கிச் சுற்றை (படம் 9) வடிவமைக்க முடியும்.



படம்.9 இணைப்பு மாற்றி - மின்தேக்கி சுற்று

(அ) RC பகுதியின் அமைப்பு

(ஆ) இணைப்பு மாற்றிகளைப் பயன்படுத்திய MOS திரிதடையங்கள் வாயில்களுக்கு நேரத் துடிப்பலைக் (clock pulse) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு தொடர்மாற்றி ϕ_1 மூடியிருக்கும்போது, மற்றத் தொடர்மாற்றி ϕ_2 திறந்திருக்கும். இதுபோல மாறி அமையும் இந்தச்சுற்று, மின்தடை மதிப்பு $R=T/C$ இற்குச் சமமாகும். இங்கு T என்பது மாதிரி இடைவெளி ஆகும். மிகுதரம், மிகுதியான மதிப்புள்ள மின்தடைகளைத் தொகுத்த சுற்றில் ஏற்படுத்துதல் ஆகியன இந்தக் தொழில் நுட்பத்தின் சிறப்பாகும். இந்த மின்தடைகள், மின்தேக்கிகள், செயல்படு மிகைப்பு ஆகியவற்றுடன் சேர்த்துச் செயல்திறன் வடிப்பான்களைாகப் பயன்படுத்த இயலும். இந்த வடிப்பானின் வெவ்வேறு நிலைகளை ஒரே சில்லில் கட்டமைக்க முடியும். இவை குறைந்த அதிர்வெண் வடிப்பான்களாக உள்ளமையால் தொலைத் தொடர்புக் கருவிகளில் பயன்படுகின்றன. காண்க: மின் வடிப்பான்.

தொகுத்த ஒளியியல் கருவிகள். குறைகடத்திகள் நீண்ட காலமாக ஒளி உணரிகளாகப் (light sensor) பயன்பட்டன. மிகுஅளவீட்டுத் தொகுத்தல் வளர்ச்சியடைந்த பிறகு திண்மநிலைத் தொலைக்காட்சிப் படப்பெட்டி போன்ற உணரி அடுக்குகள் வடிவமைக்கப்பட்டன. MOS மிகு-அளவீட்டுத் தொகுத்தல் உணரி அடுக்குகளுக்கு ஏற்றவாறு உள்ளது. ஏனெனில், மிகுதியான கட்டுப்பாட்டைத் தருக்கத்தை (control logic) ஏற்குமாறு இது ஒரே சுற்றில் கட்டமைக்கப்படுகிறது.

MOS ஒளியியல் அடுக்குகளில் MOS கருவிகள் அல்லது CCD உறுப்புகள் உணரிகளாக இருக்கின்றன. சுற்றின் உணர்பகுதி காட்சியைப் பார்க்குமாறு ஒளிபுகும் சன்னலை நோக்கி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பெறப்பட்ட காட்சியின் ஒளி மாறுபாடுகள், மின்னூட்ட மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஏற்படுத்தபட்ட குறிப்பலைகள் இடம் பெயர் பதிவறையிலிருந்து (shift-register) மிகைப்பிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இந்த அடுக்குகள் ஒளியியல் சிறப்பியல்பு படிப்பிகளிலும் எழுதப்பட்ட செய்திகளை எண்ணியல் கணிப்பொறியின் உள்ளிடு குறியீட்டிற்கு மொழி பெயர்ப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

நுண்கணிப்பொறிகள். LSI தொழில் நுட்ப முன்னேற்றங்கள் மின்னணுக் கருவிகளின் பொருளாதாரத்தில் மிக ஆழ்ந்த மாறுதலைக் கொண்டுள்ளன. நுண்கணிப்பொறி (micro computer) பொதுவான வடிவமைப்பு ஆகும். இந்தச் சுற்றுகளின் சிக்கலான தன்மை, கொள்ளளவு ஆகியன மிகுதியாக விரிவாக்கப்பட்டு 1977இல் வெளியிடப்பட்டன. தொடக்கத்தில் இந்தத் தொகுத்த சுற்றுகள், ROM சுற்றுகளின் பணியைச் செய்தன. தற்போது எளிய நுண்கட்டுப்பாடுகளுடன் கூடிய பல்வேறு வகை நுண்ணியக்கிச் சுற்றுகள் ஒரு சில்லிவில் உள்ளன.

இந்த விரைவான முன்னேற்றம், ஒரு சில்லில் மிகுதியான சுற்றுகளை அமைக்கும் தொழில் நுட்பம் , சுற்றுப் புதுமைகள் ஆகியவற்றை அளிக்கிறது. இந்தத் தொழில் நுட்பத்தால் ஒரு சில்லில் உள்ள திரிதடையங்களில் எண்ணிக்கை 1971இல் சில ஆயிரமாகவும், 1984இல் 400,000 ஆகவும் மிகுதியானது. சுற்றுப்புதுமைகள், எண்ணியல் தொழில் நுட்பங்கள் மற்றும் ஒப்புமை எண் கலப்பு ஆகியன ஒரே சில்லில் ஏற்படுத்தப்பட்டன. ஒப்புமை-எண் மற்றும் எண்-ஒப்புமைச் செய்திக்கூறு மாற்றச் சுற்றுகள், எண்ணியல் இயக்கியுடன் (digital processor) சேர்ந்த தொகுத்த சுற்றாகும்.

தொழில்நுட்பம் பல சிக்கலான சுற்றுகளைக் கொடுக்கிறது. இந்தச் சிக்கலான சுற்றுகளை வடிவமைப்பது கடினமாக இருந்தமையால் இந்தச் சுற்றுகளின் பயன்பாடுகள், இவற்றின் கொள்ளவைவிட மிகுதியாக வழியமைப்பு (programming) செய்வதன் மூலமாகக் குறைக்கப்படும். மேலும் இந்த LSI சுற்றுகள் கனிப்பான்கள், தானியங்கிகள், துணைக்கருவிக் கட்டுப்பாடுகள் போன்ற பல கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. மலிவான தொகுத்த சுற்றைக் கொண்டே கணிப்பொறியின் திறனை அறியலாம். தொகுத்த சுற்றுகள் மேலும் விரைவாக முன்னேற்றமடைகின்றன.

கட்டமைத்தல் (fabrication)

தொகுத்த சுற்றைக் கட்டமைப்பது ஒரு மெல்லிய, மிகு தூய, ஒற்றைப்படிகக் குறை கடத்தியைக் (சிலிக்கான்) கொண்டு தொடங்கப்படுகிறது. இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் நிகழ்வுகளின் கல்லச்சு வரை முறைகள் (precision lithographic process) அனைத்துக் கட்டமைப்புத் தன்மைகளிலும் பயன்படுகிறன.

தேவையானவை. தொகுத்த சுற்றுக் கட்டமைத்தல் செயல்முறைகள் தனித்துகள் மற்றும் மாசு கலந்தவற்றிற்கும் சிறப்புடையவையாக்கும். காற்றால் ஈர்த்துச் செல்லப்படும் துகள்கள் கட்டமைத்தலில் குறைக்கப்பட வேண்டும். படிகப் பாலத்தின் (wafer) பரப்பின் மீதுள்ள ஒரு சிறு துகள் (1 மைக்ரோ மீட்டர்) கூடக் குறைபாட்டை ஏற்படுத்திவிடும். துகள்கள் அற்ற கட்டமைத்தல் செங்குத்து அடர்பாய்வு தூய அறைகள் அல்லது பலகையால் பெறப்படுகிறது (படம் 11)

மாசு கலத்தல் விளைவைக் குறைப்பதற்கு, வேதிப் பொருள்கள் கரைப்பான்கள் (solvents), உலோகங்கள் ஆகியவை மிகு தூய்மையாக இருக்க வேண்டும். தூய அறைக்கு மஞ்சள் ஒளி தேவைப்படுகிறது. ஏனெனில் பயன்படுத்தப்படும் ஒளியச்சு வரை (photolithographic) செயல்முறை புறஊதாக் கதிர் உணர்திறன் கொண்டது.

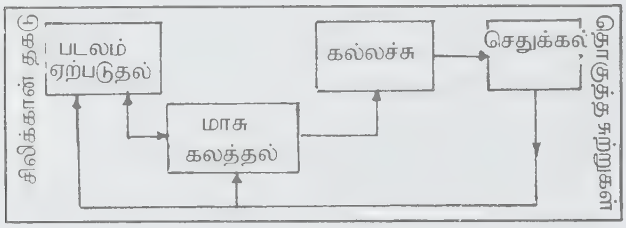
படம். 11 தொகுத்த சுற்றைக் கட்டமைத்தலுக்கான செங்குத்து அடர்பாய்வு (laminarflow) தூய அறை

கூட்டால் தொகுத்த சுற்று வடிவமைப்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. செருகுதல் முறையால் சந்திகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. தொகுத்த சுற்றின் கருவிகளுக்கிடையே மின் தனியாக்கம், வெப்ப ஆக்சிஜனேற்றம் அல்லது படியவைத்தல் முறையால் ஏற்படுத்தப்படும் மின்கடத்தா அடுக்குகளைக் கொண்டு பெறப்படுகிறது. தொகுத்த சுற்றுகளிலுள்ள கடத்தும் அடுக்குகளின் மின் இணைப்புகள் பல வகையான படியவைத்தல் முறையால் அமைக்கப்படுகின்றன. துல்லிய

சுழற்சி, தூய்மை ஆகியன தொகுத்த சுற்றுகளைக் கட்டமைத்தலின் அனைத்துச் செயல்முறைகளுக்கும் தேவைப்படுகின்றன. இது, மிகுதியான செயல்முறைப் பயிற்சி, செயல்முறைச் சோதனைகள், கருவியைச் சமன்செய்தலின் மிகு படித்தரம் மற்றும் கட்டுப்பாடு ஆகியவற்றால்

பெறப்படுகிறது. இயற்பியல் சூழ்நிலை, தொகுத்த சுற்றுகளைக் கட்டமைத்தலில் செயல்படுத்துபவரின் திறமை ஆகியன வெற்றிகரமான செயல்பாட்டிற்குச் சிறப்பான கூறுகளாகும்.

செயல்முறைகள். தொகுத்த சுற்றுகளைக் கட்டமைத்தலின் அடிப்படைச் செயல்முறைகள் படம் 12 இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.



படம். 12. தொகுத்த சுற்றைக் கட்டமைத்தலின் வழிமுறை அமைப்புகள்

பொதுவாக மாசு கலத்தல் அல்லது கல்லச்சு வரை (lithography) முறையால் படலம் அமைக்கப்படுகிறது. கல்லச்சு வரைக்குப் பொதுவாகச் செதுக்கல் (etching) முறை பயன்படுகிறது. ஒரு முழுத் தொகுத்த சுற்றுச் செயல்முறை வழிகளுக்குப் படம் 12 இல் உள்ளவை போல் பல சுழந்சிகள் (cycles) தேவைப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, உலோக வாயில் CMOS சுற்றுகளுக்குக் கல்லச்சு வரைமுறை வழியாக ஏழு சுழற்சிகள் தேவைப்படுகின்றன. CMOS சுற்றுகளைக் கட்டமைப்பதன் சிக்கல் காரணமாக, இதன் முழுச் செயல்முறைகளுக்கும் 2-6 வாரங்கள் ஆகும்.

படலம் அமைத்தல். படலத்தை அமைத்தலில், வெப்ப ஆக்சிஜனேற்றம், சிலிக்கான் டைஆக்சைடு (SiO_2) படலங்களையும், வேதி ஆவி படியவைத்தல், சிலிக்கான், சிலிக்கன் டைஆக்சைடு, சிலிக்கான் நைட்ரைடு ஆகிய படலங்களையும், வெற்றிட ஆவியாதல் அல்லது உமிழ்தல், உலோகப் படலங்களையும் ஏற்படுத்தும்.

தனிப் படிகச் சிலிக்கான் பரப்பின் மீதுள்ள அணுக்களால் ஏற்படுத்தப்படும் தொகுத்த சுற்றுகள் வேதியியலாகப் படலத்தின் பரும திசையில் பிணைக்கப்பட்டுளளன. இவை பிற திசைகளில் பிணைப்புக் கொண்டிருப்பதில்லை. சிலிக்கான் தொங்கிய நிலைப் பிணைப்புகள் மிகு வினைபுரிவனவாக இருக்கின்றன. இவை ஆக்சிஜன் அல்லது நைட்ரஜன் அல்லது வளிமண்டலத்திலுள்ள வேறு மாசுகளுடன் பிணைப்புக் கொள்கின்றன. பல்வேறு வினைகள் நடைபெற, ஒவ்வொரு வினையின் முடிவிலும் சிலிக்கானின் பரப்புகளுக்கு வெவ்வேறு மின் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. வேதி நிலைப்பாட்டுடன் தொங்கல் நிலைப் பிணைப்புகளின் (dangling bonds) செயலைக் கட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் மின்கடத்தாப்படலம், சிலிக்கான் பரப்பின் மின் சிறப்பியல்புகளுடன் இடையீடு செய்யாமல் தடுத்தல் ஆகியன இவ்விரு நிலைகளுக்கும் தீர்வாகும். இப்பண்புகளின் அடிப்படை, சிலிக்கான் மீது சிலிக்கான் டைஆக்சைடு மென்படலத்தை (thin film) ஏற்படுத்துவதாகும்.

சிலிக்கான் டைஆக்சைடு படலம், தூய ஒற்றைப் படிகச் சிலிக்கான் பரப்பின் மீது ஆக்சிஜன் வளிமத்தைச் செலுத்துவதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. ஆக்சிஜன் 800 - 1200°C இல் குவார்ட்ஸ் சுவர் உலையில் இருக்க வேண்டும்.

படம். 13 நவீன தொகுத்த சுற்றைக் கட்டமைக்கும் கருவிகள்

(a) விரவிய உலை (b) வளிமண்டல அழுத்த வேதி ஆவி படியவைத்தல் (CVD) (C) குறை - அழுத்த CVD வெற்றிட ஆவியாக்கி (e) அயனி செருகி (f) இணைப்பு மேற்பட ஒழுங்குபடுத்தி (g) பிளாஸ்மா செதுக்கி (h) நேரியல் நீர் விரைவுபடுத்தி.

இவ்வினை விரைவாகவும் வெப்பம் உமிழ்வதாகவும் சிலிக்கான் பரப்பின் மீது நிகழ்கிறது. ஆக்சைடு படலம்படிந்த பிறகு, ஆக்சினனேற்ற வீதம் குறைகிறது. ஏனெனில் வளர்ச்சியடைய வேண்டிய படலத்ததின் சிலக்கான் பரப்பிற்கு ஆக்சிஜன் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. மிகுதியான படலத்தடிமனிற்கு மிகு ஆக்சிஜனேற்ற வெப்பநிலையில், இந்தக் கடத்தல் (transport) படல வளர்ச்சி இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆனால் மென்படலங்களுக்குப் பரப்பு வினை (surface reaction) மேலாண்மை பெறுகிறது.

வேதி ஆவி படியவைத்தல் (CVD), ஒரு வளிமக்கட்டச் செயல்முறையாக உள்ளது. இங்குப் படலப் படிவுக்குத் தேவையான வளிமக்கலவைகள், ஏற்றமடைந்த வெப்பநிலையில் வினைப்படு கலததால் பெறப்படும். ஒரு மாதிரி CVD வினை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$SiH_4 + O2 \xrightarrow[(750 - 930^0C)]{(400 - 500^0C)} SiO_2\uparrow + 2H_2\uparrow$$

(படலமாக படிதல்)

படம் 13 (b) குளிர் சுவர்களைக் கொண்ட, வளிமண்டல அழுத்த CVD முறையைக் குறிப்பிடுகிறது. படம் 13, குறை அழுத்த CVD முறையை விளக்குகிறது. இங்குத் தகடுகளும் (slices) செயல்முறை வளிமங்களும் பகுதி வெற்றிட மாக்கப்பட்ட உலையில் வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன. இக்குறை அழுத்தச் செயல்முறைகள் மிகு நேரிய தடிமனுடைய படலங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆவியாதல் அல்லது உமிழ்தல் முறை உலோகப் படியவைத்தல் வெற்றிடத்தில் நடைபெறுகிறது.

மாசு கலப்பிடுதல். சிலிக்கான் படிகத்திலுள்ள சிலிக்கான் அணிக்கோவை (silicon lattice) அமைப்பில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மாசுகளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் குறைகடத்திகளின் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த மின்னணுப் பண்புகள் ஏற்படுகின்றன. இந்நிகழ்வு, கலப்பிடுதல் (doping) எனப்படும். அணிக்கோவை அமைப்பிலுள்ள மாசுகளின் காரணமாகப் பிணைப்பு எலெக்ட்ரான்களின் மீது செயல்படுகிறது. இது மின்னணுக் கடத்தலை ஏற்படுத்துகிறது. இதேபோல், துளைகள் (holes), பிணைப்பு எலெக்ட்ரான்கள் செயல்படாதபோது வேறுவகையான மாசுகளின் மூலம் உண்டாக்கப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான், துளைகள் இரண்டுமே மின்னோட்டத்தை எடுத்துச் செல்கின்றன.

சிக்கலான தொகுத்த சுற்றுகளைக் கட்டமைக்கும் போது, மாசுகள் குறைகடத்திப் பரப்பின் அடுத்தடுத்த பகுதிகளில் இருக்கவேண்டும். குறைகடத்திப் பரப்புகளைக் கலப்பிடுதலில் மிகு வெப்ப உலைகளில் வெப்பம் விரவல் (படம் 13.a) அயனி செருகல் (ion implantation) ஆகிய இரண்டு முறைகள் பயன்படுகின்றன.

விரவல் கலப்பு நிகழ்வுகளில், மிகு வெப்பநிலையில், அடர்த்தியான கலப்பான் (dopant), சிலிக்கான் பரப்பின் பகுதிகளில் மீது செலுத்தப்படுகிறது. போரான் மற்றும் பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற கலப்பான்கள் 800° - 1200° C வெப்பநிலையில் வெப்பவிரவலால் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வெப்பநிலையில் சிலக்கான் அணிக்கோவை, சிலிக்கான் அணுக்கள் இழந்து காலி இடத்தைக் கொண்டிருக்கும். மாசு அணுக்கள் இந்தக் காலியான இடத்தில் இடம் பெறமுடியும். விரவல் நிகழ்விற்கான செலுத்தும் விசை, மாசு அணுக்களின் செறிவு வாட்டமாக இருக்கிறது. சிலிக்கான் பரப்பிற்கு அருகில் மிகு செறிவான கலப்பான்கள் இடம் பெற முடியும். ஆனால் சிலிக்கானில் மட்டும் குறைந்த மாசுகளே இடம்பெற முடியும். இந்தச் செறிவுகளைச் சமப்படுத்த ஒரு வாட்டத்தை (gradient) நீக்கும் செயல்முறை உள்ளது. மாசு ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில், குறிப்பிட்ட செறிவில் சிலிக்கானில் விரவப்பட்டவுடன் செயல்முறை நின்றுவிடுகிறது. கலப்பிடப்படாத பகுதிகள் விரவல் மறைப்பு எனப்படும் ஊடுருவாத படலத்தால் மறைக்கப்படுகின்றன.

திண்மநிலை விரவல் செயல்முறை, உயர்நிலைக் கருவிச் செயல்முறைகளுக்குப் போதுமான கட்டுப்பாட்டைத் தருவதில்லை. இதனால், சிலிக்கான் அணிக்கோவையில் நேரடியாக மாசு அயனிகளைச் செருகுதல் முறை மேம்படுத்தப்பட்டது. மிகுநிலைக் கலப்பான் செறிவிற்கு அயனி செருகுதல் முறை பயன்படுகிறது. அயனி செருகுதல் முறை, தேர்ந்தெடுத்த மாசின் மிகு ஆற்றல் அயனிகளின் கதிரைப் பயன்படுத்துகிறது. மிகு வெற்றிடநிலையிலிருக்கும் வான்டிகிராப் இயற்றி போன்ற முடுக்கிகளால் இக்கதிர்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன (படம் 13). இக்கதிர்களைக் குவித்தல், முடுக்குதல், தூய்மைப்படுத்துதல் ஆகியன நிறை நிரலியல் (mass spectroscopy) முறையில் செய்யப்படுகின்றன.

கல்லச்சு வரைமுறை (lithography). இது தொகுத்த சுற்றிற்குத் தேவைப்படும் ஒரு வடிவியல் முறை ஆகும். கல்லச்சு வரைமுறையில் சிலிக்கான் பட்டைகள் ஒளிர் உணர்பொருளான மென்படலங்களால் மெருகேற்றப்படுகின்றன. கல்லச்சு வரைமுறை ஒளியியலாகப் பயன்படும் போது, தொகுத்த சுற்றுப்பட்டைகள் தடைக்கு (resist) மாற்றப்படும். கண்ணாடித் தகடு அல்லது மறைப்பின்மீது முதலில் தடை ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இப்பட்டைகள் பல்வேறு ஒளியியல் முறைகளால் தடைக்கு மாற்றப்படுகின்றன. இம்முறையில், இணையாக்கப்பட்ட மூலத்தின் புற ஊதா ஒளியைப் (படம் 13.f) பயன்படுத்தி நேரியல் தொடர்பு அச்சடிக்கப்படுதல், சிலிக்கான் பட்டைகளைக் குறைத்தல் (படம் 13.g) ஆகியன செயல்முறைப்படுத்தப்படுகின்றன. மேம்படுத்தப்பட்ட ஒளியில் கல்லச்சு வரைமுறை 1 மைக்ரோ மீட்டர் வடிவியலைக் கொடுக்கிறது. எலெக்ட்ரான் கதிர் மற்றும் X - கதிர் கல்லச்சு வரைமுறையைக் கொண்டு 1 மைக்ரோ மீட்டரைவிடக் குறைவாகப் படலத்தைப் பெறமுடியும்.

செதுக்கல். ஒளிக்கல்லச்சு வரைமுறையில் படிகப் பாலத்தின் (wafer) மீது ஒளி உணர் பால்மம் சீரான படலமாகப் படிய வைக்கப்படுகிறது. தேவையான இடங்களில் இப்படலத்தை நீக்குவதற்கு ஒளி செதுக்கல் (photo etching) முறை பயன்படுகிறது. தேவையான திறப்புகளுக்குகேற்பக் கறுப்பு மற்றும் வெள்ளைத்திட்ட அமைப்பு (layouts) ஏற்படுத்தப்படும். பின்னர் மேற்புறப்படலம் (mask) வழியாகப் புறஊதாக் கதிர்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. ஒளி ஊடுருவும் பகுதிகளிலுள்ள ஒளித்தடை (photoresist) பல்லுறுப்பாக்கப் பட்டதாக (polymerised) மாறுகிறது. மேற்புறப்படலம் நீக்கப்பட்டுப் படிகப்பாலம் வேதிப்பொருளால் (டிரைகுளோரோ எத்திலீன்) மேம்படுத்தப்படுகிறது. ஒளித்தடைப் படலத்தின் பல்லறுப்பாக்கப்படாத பகுதிகள் கரைந்துவிடுகின்றன. பிறகு சில்லு, செதுக்கும் கரைசலான ஹைட்ரோஃபுளூரிக் அமிலத்தில் வைக்கப்படுகிறது. இது ஆக்சைடுகளை நீக்குகிறது. ஆனால் சிலிக்கான் டை ஆக்சைடு, அமிலத்தால் பாதிக்கப்படாதவாறு ஒளித்தடையால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. பிளாஸ்மா செதுக்கல் முறை படம் 13.h இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இருமுறைத் தொகுத்த சுற்றுகளைக் கட்டமைத்தல். ஓர் இருமுனை மாறுதிசையாக்கிச் சுற்றைக் கட்டமைப்பதற்குப் படம் 14இல் குறிப்பிட்டுள்ள வழிமுறைகள் தேவைப்படுகின்றன. ஒரு மாறுதிசையாக்கிக்கு ஒரு திரிதடையமும் மின்தடையும் தேவைப்படுகின்றன. ஒரு முழுத் தொகுத்த சுற்றும், 100 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மாறுதிசையாக்கிகளும் வாயில்களும் கொண்டு

உள்ளிணைப்புச் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஒரு தனிச் சிலிக்கான் தகட்டில் நூற்றுக்கணக்கான சுற்றுகள் கட்டமைக்கப் பட்டுள்ளமையைப் படம் 14.g குறிப்பிடுகிறது.

மெல்லிய ஒற்றைப் படிகச் சிலிக்கான் தகடு, P-வகை மாசுகளால் கலப்பு செய்யப்படுகிறது (படம் 14அ). 25 மைக்ரோ மீட்டரை விடக் குறைவான தடிமனுடைய குறைகடத்திப்படலம் சிலிக்கான் தகட்டின்மீது ஆவி-நிலைமம் வினை முறையில் படியவைக்கப்படுகிறது. இது ஒற்றைப்படலம் (epitaxial layer) எனப்படும். இந்த ஒற்றைப் படலம் n வகை (படம் 14.b) ஆகும்.

பின்னர், சிலிக்கான் தகடு மிகுவெப்பநிலையில் (1200°C) ஆக்சிஜன் சூழ்நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. சிலிக்கானும் ஆக்சிஜனும் வினைபுரிந்து சிலிக்கான் டைஆக்சைடு படலத்தை ஏற்படுத்துகின்றன (படம் 14இ).

கட்டமைக்கப்படும் குறைகடத்திச் சுற்றுகளுக்கேற்பக் தேவையான குறைகடத்திப் பகுதிகளை ஏற்படுத்த வேண்டும். இதற்குக் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் p மற்றும் n-வகை மாசுகள் தனியாக்கப்பட்ட விரவல் (isolation diffusion) முறையால் புகுத்தப்படுகின்றன. p-வகை மாசுகளை ஏற்படுத்துவது திரிதடையத்தின் அடிவாய் மற்றும் மின்தடைகளை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. (படம் 14ஈ)

பிறகு, படிகப் பாலத்தின் மீது மீண்டும் ஆக்சைடு படலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. திரிதடையத்தின் அடிவாய்ப் பகுதியில் ஒரு சிறு பகுதி வெட்டி எடுக்கப்பட்டு n-வகை மாசுகள் விரவப்படுகின்றன. இது திரிதடையத்தின் உமிழ்வானாகச் (emitter) செயல்படுகிறது. (படம் 14உ) இந்நிலையில் மாசுகள் சிறப்பு வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

படம். 14 இருமுனை மாறுதிசை மாற்றிச் சுற்றைக் கட்டமைத்தலின் செயல்முறைகள்.

(அ) p-வகை அடுக்கு (ஆ) n-வகைப் படலம் அமைத்தல். (ஆ) ஆக்சைடு படலத்தை வளர்த்தல்.

(இ) ஆக்சைடு படலத்தில் திறப்புகள் ஏற்படுத்தல், தனியாக்கல் பகுதி, திரிதடைய அடிவாய் மின்தடை ஆகியவற்றை ஏற்படுத்தல்.

(ஈ) மறு ஆக்சைடு படலத்தையும் அவற்றில் திறப்புகளையும் ஏற்படுத்தித் திரிதடைய உமிழ்வான் உண்டாக்கல்.

(உ) இணைப்புகள் நீக்கப்பட்டு உலோகம் படியவைக்கப்படல்.

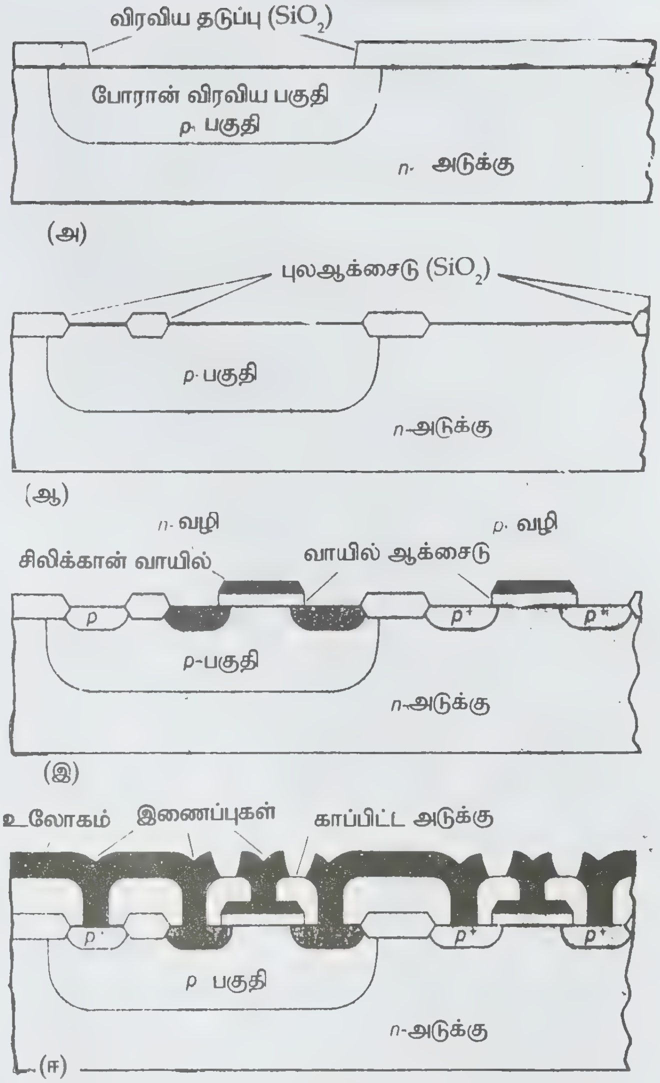
(ஊ) ஒரு சிலிக்கான் தகட்டின் மீது பல்வேறு சுற்றுகள் காணப்படல்.

சிலிக்கானுடன் எங்கெங்கு இணைப்புகள் தேவையோ அவ்விடங்களில் ஆக்சைடு படலம் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. தகட்டின் மீது உலோகப் படலம் (எ.டு. : அலுமினியம்) வெற்றிட ஆவியாதல் முறையால் படியவைக்கப்படுகிறது. இறுதியாகத் தேவையற்ற அலுமினியம் ஒளிர் செதுக்கல் (photoengraving) முறையால் நீக்கப்படுகிறது. எஞ்சியுள்ள அலுமினியம் திரிதடையம், மின்தடைகள் இவற்றிற்கிடையே உள்ளிணைப்பை ஏற்படுத்தும் (படம் 14ஊ).

இப்போது ஆயிரக்கணக்கான மாறுதிசையாக்கிச் சுற்றுகள் சிலிக்கான் தகட்டின் மீது தயாரிக்கப்பட்டு முடிவடைகின்றன. ஒவ்வொரு தனித்தனிச் சுற்றும் வெட்டி எடுக்கப்பட்டு, ஆய்வு செய்யப்பட்டு, சிப்பம் கட்டப்படுகிறது.

CMOS சுற்றுகளைக் கட்டமைத்தல். ஒரு CMOS மாறுதிசையாக்கிச் சுற்றைக் (படம் 7) கட்டமைத்தலின் முதன்மை வழிமுறைகள் படம் 15இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இருமுனைச் சுற்றைக் கட்டமைத்தலைப் போலவே ஒற்றைச் சிலிக்கான் படிகத் தகடு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. CMOS சுற்றின் முதல் வழிமுறையில் n-வழிக் கருவிகளுக்கான p-பள்ளப்பகுதி (p-well region) உண்டாக்கப்படுகிறது. சிலிக்கான் பாளம் n-வகை ஆகும் (படம் 15அ). p-வகைப் பாளத்தை எடுத்துக் கொண்டு, n -வகைப்பகுதியை உட்புகுத்தி p-வழித் திரிதடையங்களையும் உருவாக்கலாம்.

பள்ளங்களில் தேவையான மாசுகள் உட்புகுத்தப்பட்ட பிறகு, திரிதடையத்தின் சந்திகளைப் பிரிப்பதற்குக் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் 0.5-1 மைக்ரோ.மீ. தடிமனுள்ள ஆக்சைடு படலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது (படம் 15ஆ). பிறகு, திரிதடைய வாயில் ஆக்சைடுகள் (0.02-0. 1) μm தடிமன்) படிய வைக்கப்படுகின்றன. சிலிக்கான் வாயில் படிவு, திரிதடையத்தின் பயன் தொடக்க மின்னழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. வாயில் பகுதிகளுக்காகப் படியவைக்கப்படும் பாலிசிலிக்கான் மற்றும் மாசுகளைக் கலத்தல் போன்றவை மின்தடையைக் குறைக்கின்றன. வாயில் பகுதிகள், ஒளித்தடை மற்றும் கல்லச்சு வரைமுறை ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் வரையறுக்கப் படும். பாலி சிலிக்கான் மற்றும் மெல்லிய வாயில் ஆக்சைடு ஆகியன தேவையற்ற இடங்களில் அகற்றப்படுகின்றன. இப்போது, மூலம் வடிகால் சந்திகள் மாசுகளுடன் அமையும். CMOS சுற்றுகளில் n-வழி மூலம் மற்றும் வடிகால் சந்திகளுக்குப் பாஸ்பரஸ் அல்லது ஆர்செனிக்கை உட்புகுத்துவதற்கும் p-வழி மூலம் மற்றும் வடிகால் சந்திகளுக்குப் போரானை உட்புகுத்துவதற்கும் தனி மேற்படல வழிமுறை (masking steps) தேவைப்படுகிறது. (படம் 15இ).



படம் 15. CMOS மாறுதிசை ஆக்கிச் சுற்றைக் கட்டமைத்தலின் செயல்முறைகள்

(அ) p-பகுதி உருவாக்கல்
(ஆ) புல ஆக்சைடுகளை வளர்த்தல்
(இ) வாயில் ஆக்சைடுகள், பாலி சிலிக்கான் வாயில்கள், சந்திகள் ஏற்படுத்தல்
(ஈ) உள்ளிணைப்புச் செய்யப்பட்டு உலோகம் படியவைத்தல்.

இப்போது படியவைக்கப்பட்டுள்ள அலுமினியம் உலோகத்திலிருந்து பாலி சிலிக்கான் வாயில் கடத்தியை ஒரு மின்கடத்தாப் படலம் (கண்ணாடி) பிரிக்கிறது. உலோகம் மேலும் படியவைக்கப்பட்டு, பின்னர் ஒளித்தடை மற்றும் கல்லச்சு வரைமுறைச் செயல்களுக்குப் பிறகு நீக்கப்படவேண்டிய பகுதிகள் செதுக்கப்படுகின்றன (படம் 15ஈ). இறுதியாக, பிணைப்புக் கம்பி இணைப்புகளுக்காகப்

பிணைப்பு மேடைப் (bond pad) பகுதிகளில் திறப்புகள் ஏற்படுத்தப்பட்டுக் கீறல் பாதுகாப்பு உயிர்ப்பற்ற படலம் படிய வைக்கப்படுகிறது.

இருமுனைச் சுற்று வகையில், திரிதடையத்தின் தனியாக்கல் தலைகீழ்ச் சார்புச் சந்திகளால் ஏற்படுத்தப் படுகிறது. இங்குப் படிகப்பாலம் எப்போதும் மிகு சில்லு மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும். ஆனால் p -பகுதி குறைந்த சில்லு மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்.

பெ. துரைசாமி

தொகுதி - கட்டுப்பாடு

நேரம் செல்லச் செல்ல ஓர் அமைப்பின் செயல்பாட்டில் தேவையான மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவற்காக உள்ள உறுப்புகளின் தொகுதி, கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி (control system) எனப்படும். எ-டு: தானியங்கிகளின் திசைத் திருப்பு அமைப்பு. ஓட்டுநர் ஓரிடத்திலிருந்து புறப்பட்டு மற்றோரிடத்துக்குச் போய்ச் சேருமிடம் அவருடைய இலக்கு. அவருடைய வண்டியிருக்குமிடத்தையும் இலக்கு இருக்குமிடத்தையும், அவர் தனது புலனுறுப்புகள், மூளை ஆகியவற்றின் உதவியுடன் அடிக்கடி ஒப்பிட்டு பார்க்கிறார். வண்டிக்கும் இலக்குக்கும் இடையிலான தொலைவைப் படிப்படியாகக் குறைத்துக் கொண்டே வந்து இறுதியில் அதைச் சுழியாக்கும்போது அவர் தன் இலக்கை அடைவார். பெரும்பாலும் அவருடைய வண்டி, இலக்கை ஒரு நேர்கோட்டில் பயணம் செய்து எட்ட முடியாத நிலைமைதான் இருக்கும். நேர்கோட்டுப் பயணம் தான் இலட்சிய பயணம். ஆனால் நடைமுறையில் பல திசைகளில் திரும்பவேண்டியிருக்கும். மற்ற வண்டிகளும் தெருவில் திரும்பச் சென்று கொண்டிருக்கும். எதிரில் வரும் வண்டிகளுடன் மோதாமலும், பின்னால் வரும் வண்டிகளுக்கு வழி விட்டும், முன்னால் செல்லும் வண்டிகளை முந்திச் சென்றும் பயணம் செய்யும்போது அடிக்கடி வண்டியின் பயணத் திசையைத் திருப்பு அமைப்பின் உதவியால் மாற்றிக் கொண்டேயிருக்க வேண்டியிருக்கும். இது நடைமுறைப் பயணம். ஓட்டுனர் லட்சியப் பயணப் பாதைக்கும் நடைமுறைப் பயணப்பாதைக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டுப் பிழையைக் குறைக்க முயன்று கொண்டேயிருப்பார். அதற்காக அவர் வண்டியின் திருப்பு அமைப்பை தொடர்ந்து இயக்குவார். திருப்பு அமைப்பைச் சுழற்றும்போது வண்டியின் பயணப் பாதை மாறுகிறது. இந்த நிகழ்வில் வண்டியின் பயணத்திசை, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெளியீடு எனப்படும். ஓட்டுநர், வண்டி, சாலைப் பரப்பு ஆகியவை கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி எனப்படும். வண்டி உற்பத்தி செய்யப்படும் தொழிற்சாலையில் பணியாற்றுகிற கட்டுப்பாட்டுப் பொறியாளர் வண்டியை வடிவமைக்கும்போது, ஓட்டுநரின் விருப்பத்திற்கு ஏற்பப் பணியாற்றி வண்டியின் பயணத் திசையில் மாற்றங்களை உண்டாக்கக் கூடிய திசைமாற்றக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு ஒன்றை வடிவமைக்கவே முயலுகிறார். அதன் தன்மை வண்டியின் தன்மைக்கேற்ப மாறுபடும். அதேபோலத் தேவைகளும் நோக்கங்களுக்கேற்ப மாறுபடும். பந்தய வண்டிகளில் அமைப்புகள் விரைவாகவும், உடனடியாகவும் மறுவிளைவு காட்டக்கூடியவையாகவும் இருக்க வேண்டும். பேருந்துகளிலும் சரக்குந்துகளிலும் உள்ளவை சற்றே மெதுவாகவும் பயணிகளுக்கு இடையூறு ஏற்படாத வகையிலும் செயல்படும்.

தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டின் வரலாறு.

1769 ஆம் ஆண்டு ஜேம்ஸ் வாட் என்பார் சுழல் கோளக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவியை (flyball governor) உருவாக்கினார். இதுவே தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் தானியங்கிப் பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி ஆகும். அது ஒரு நீராவிப் பொறியின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்த உதவியது. இரண்டாம் உலகப் போருக்கு முன்னால் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் தொலைபேசி அமைப்புகளும் எலெக்ட்ரானியல் பின்னூட்டப் பெருக்கிகளும் உருவாக்கப்பட்ட காரணத்தால் பின்னூட்டக் கட்டுப்பாடு வளர்ச்சி அடைந்தது. பட்டை அகலம் மற்றும் வேறு பல அதிர்வெண் மாறிகளின் பதத்தில் பின்னூட்டப் பெருக்கிகளின் செயல்பாட்டை விளக்குவதற்கு அதிர்வெண் மண்டலக் கொள்கை பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதற்கு மாறாகக் கணிதவியல் அறிஞர்களால் சோவியத் நாட்டில் உருவாக்கப்பட்ட கொள்கை வகைப்பாட்டுச் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்திய ஒரு கால மண்டலச் சமன்பாட்டு அமைப்பைப் பயன்படுத்துகிறது.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது தானியங்கி விமான ஓட்டுங் கருவிகள், பீரங்கிகளை இயக்கும் அமைப்புகள் ரேடார் உணர்சட்ட கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் மற்றும் பல போர்ப்படை அமைப்புகள் பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டு அணுகுமுறையில் உருவாக்கப்பட்டன. இதன் காரணமாகத் தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளின் தத்துவங்களையும் செயல்முறைகளையும் முன்னேற்றுவதற்கும் பெரும் தூண்டுதல் கிட்டியது. இந்த ராணுவக் கருவிகளின் சிக்கல் தன்மையும் உயர் செயல்திறன் எதிர்பார்ப்புகளையும் அப்போதிருந்த கட்டுப்பாட்டுத் தொழில் நுட்பங்களை விரிவாக்க வேண்டிய கட்டாயத்தினை மிகுதிப்படுத்தின. புதிய அணுகுமுறைகளுக்கும் அறிவுகளுக்கும் செய்முறைகளுக்கும் வழிவகுத்தன.

இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னரும் லாப்லாஸ் இணைமாற்றுகள், கூட்டு அதிர்வெண் தளம் ஆகிய தத்துவங்கள் மேலும் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு அதிர்வெண்-மண்டல உத்திகள் தொடர்ந்து கட்டுப்பாட்டுத்

தொகுதித் துறையில் மேலாதிக்கம் பெற்றன. 1950-இல் கட்டுப்பாட்டு உறுப்புகளில் ஒத்தியல் மற்றும் எண்ணியல் வகைக் கணிப்பொறிகளைப் பயன்படுத்தும் வழி வகைகள் உருவாக்கப்பட்டன. இதன் காரணமாக உருவாக்கப்பட்ட புதிய கட்டுப்பாட்டுக் கூறுகள் மிக விரைவாகவும், துல்லியமாகவும் கணக்கிடும் திறனைப் பெற்றிருந்தன. இந்த வசதி அதற்கு முன் கட்டுப்பாட்டுப் பொறியியல் வல்லுநர்களுக்குக் கிட்டியதில்லை. எண்ணியல் செய்முறைக் கட்டுப்பாட்டுக் கணிப்பொறிகள் குறிப்பாகக் கணிப்பொறியினால் ஒரே நேரத்தில் மிகுதியான மாறிகள் அளவிடப்பட்டுக் கட்டுப்படுத்தப்படுகிற செய்முறைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விண்வெளி யுகம் தொடங்கிய பிறகு ஏவுகணைகளுக்கும், விண்ணாய்வுக் கலங்களுக்கும் பெரும் சிக்கல் தன்மையும், உயர்நிலைத் துல்லியமும் கொண்ட கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகளை உருவாக்கி வடிவமைக்க வேண்டிய தேவையும் ஏற்பட்டது. மேலும் செயற்கைக் கோள்களின் எடையைக் குறைக்கவும், அவற்றை மிகவும் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தவும் வேண்டியிருந்ததால் உகந்த நிலைக் கட்டுப்பாடு என்ற ஒரு முக்கியமான துறை உருவாக வேண்டியது இன்றியமையாததாகியது. கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளின் பகுப்பாய்விலும், வடிவமைப்பிலும் கால மண்டலம், அதிர்வெண் மண்டலம் ஆகிய இரண்டு அணுகுமுறைகளையும் சேர்ந்தாற்போலப் பயன்படுத்த வேண்டிய கட்டாயம் கட்டுப்பாட்டுப் பொறியாளர்களுக்கு ஏற்பட்டது.

பயன்கள். வழக்கமான கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் அடிப்படையான மூடிய கண்ணி வடிவமைப்பையே கொண்டுள்ளன. எ-டு: குளிரூட்டிப் பெட்டியில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை பரவியிருக்குமாறு திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு வெப்ப நிலைக்காப்புக் கருவி உண்மையான வெப்பநிலைக்கும், திட்ட வெப்ப நிலைக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டை அளவிடுகிறது. ஓர் இறுக்க மின்னோடி (compressor motor) தன் இயக்கத்தைத் தொடர்வது அல்லது நிறுத்துவதன் மூலம் அந்த வேறுபாட்டைக் குறைக்கிறது. அதன் இயக்கத்தைத் தொடங்கி வைப்பது அல்லது நிறுத்துவது வெப்பநிலைக் காப்புக் கருவியின் கட்டுப்பாட்டில் இயங்கும். தொழிற் கூடங்களில் வேகம், செயல்முறை, வெப்பநிலை, அழுத்தம், இருப்பு நிலை, தடிமன் கூட்டமைப்பு, தரம் போன்ற பல்வேறு மாறிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிற தொகுதிகள் பயன்பட்டு வருகின்றன.

இன்றைய பெரு நகரங்களில் பெருமளவிலான மக்கள் மற்றும் சரக்குப் போக்குவரத்தை அளிப்பதற்கு ஒரு பெரிய சிக்கல் நிறைந்த உயர் வகைச் செயல் அமைப்பு தேவை. மக்களும், பொருள்களும், ஒரு சீரான வேகத்தில் போய் வருவதைப் பராமரிக்கவும், நிற்கும் இடங்களில் வசதியான, குழப்பமற்ற, இடையூறு இல்லாத வகையில் வண்டிகளின் வேகத்தைக் குறைத்து நிற்கச் செய்யவும் தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள் தேவைப்படும். ரயில் போக்குவரத்தில் ரயில் நிலையத்திலிருந்து வண்டியை நிறுத்துவதற்கான சைகைகளும் தீர்மானிக்கப்படும்.

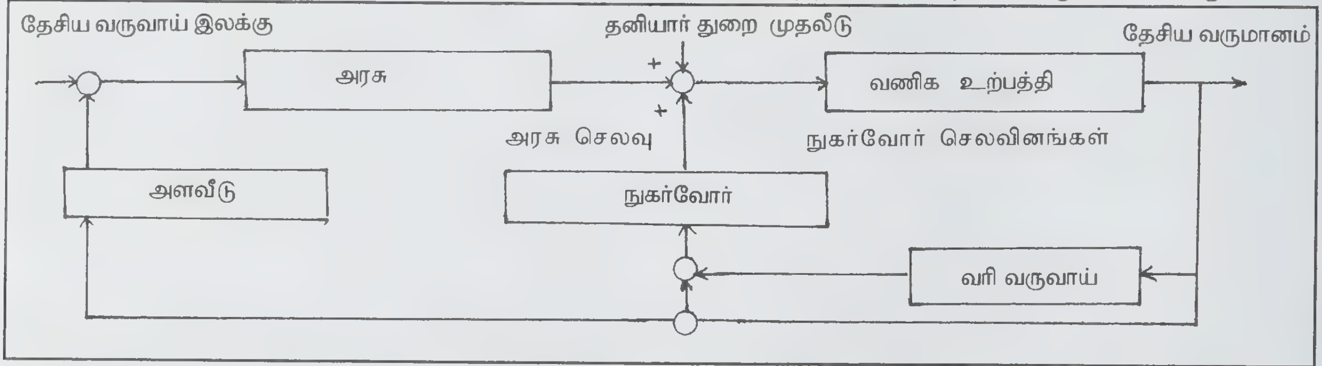
மின்னாற்றல் தொழிற்சாலையில் தீர்மானிக்கப்படும் கட்டுப்பாடு, பகிர்வு ஆகியவற்றில் முதன்மையான அக்கறை இருக்கும். ஆற்றல் மூலங்களைப் பயன்படுத்துவதில் உள்ள செயல்திறனை மேம்படுத்துவதற்காக மின்னாற்றல் துறை கணிப்பொறி அடிப்படையிலான கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளை மேலும் மேலும் அதிகமான அளவால் அறிமுகப்படுத்த வேண்டிய கட்டாயம் அதிகரித்து வருகிறது. கூடவே சுற்றுச்சூழலின் தன்மையைக் கெடாமல் பராமரிப்பதற்காக மின்னாற்றல் உற்பத்தி நிலையங்களிலிருந்து வெளிப்படும் கழிவுகளின் அளவைச் சிறுமமாக ஆக்க வேண்டிய கட்டாயமும் அண்மைக் காலங்களில் உணரப்பட்டு வருகிறது. அதற்கான கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகளை நிறுவ வேண்டிய கட்டாயம் மின் நிலையங்களுக்கு ஏற்பட்டிருக்கிறது. பல நூறு மெகாவாட்டுகளுக்கு மேல் மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்யும் திறன் கொண்ட இன்றைய பெரும் மின் உற்பத்தி நிலையங்கள் தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. செயல்முறை மாறிகளுக்கும், உகப்பளவு ஆற்றல் உற்பத்திக்கும் இடையிலான பரிமாற்று உறவுகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டு அந்தத் தொகுதிகள் செயல்படும். ஒருங்கிணைக் கப்பட்ட கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகளின் ஆளுகையில் 90-க்கும் மேற்பட்ட மாறிகள் இருப்பது நவீன மின் நிலையங்களில் வழக்கமான நடைமுறை ஆகிவிட்டது. தொழிற்சாலையில் ஆற்றல் நுகர்வை ஒழுங்குபடுத்தவும் ஆற்றல் சுமைகளை நிலைப்படுத்திச் சமச்சீரான வகையில் பகிர்ந்தளித்து எரிபொருள் செலவைக் குறைக்கவும் கணிப்பொறிக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சரக்குச் சேமிப்புக் கூடங்களை இயக்குவதிலும், இருப்புக் கணக்குகளைப் பராமரிப்பதிலும், விவசாயப் பண்ணைகளின் செயல்பாட்டைக் கண்காணிப்பதிலும் கூடப் பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதித் தத்துவங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. காற்று ஆலைப் மின்னாக்கிகள், சூரிய ஆற்றல் மூலம் வெப்பம் அல்லது குளிர்ச்சியை உண்டாக்கும் கருவிகள், தானியங்கிப் பொறிகள் ஆகியவற்றின் செயல்பாடுகளைத் தானியங்கி முறையில் கட்டுப்படுத்துகிற தொகுதிகளும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

உயிரியல் மருத்துவ ஆய்வுகள், நோயறிதல், செயற்கை உறுப்பு வடிவமைப்பு, உயிரியல் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள் போன்ற துறைகளிலும், கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதித் தத்துவங்கள் பயன்பட்டு வருகின்றன. செல் செயல்பாடுகள் முதல் மைய

நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்பாடுகள் வரையான பல்வேறு ஆய்வுகளில் இவை பயன்படுகின்றன. உடல் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு, நரம்பியல் கட்டுப்பாடு, மூச்சு வீதக் கட்டுப்பாடு, இதய ரத்தக் குழல் கட்டுப்பாட்டு ஆகியவை இவற்றில் அடங்கும். பெரும்பாலான உடற்செயலியல் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள் மூடிய கண்ணி வகையைச் சேர்ந்தவை. ஆனால் அவற்றில் ஒரே ஒரு தொகுதி மட்டும் தான் இருக்கும் என்பதில்லை; கட்டுப்பாட்டுக் கண்ணிக்குள் இன்னொரு கட்டுப்பாட்டுக் கண்ணி என்ற வகையில் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாகச் செயல்படுகிற பல கண்ணிகள் இருக்கும். உயிரியல் செயல் முறைகள், கட்டமைப்புக்கு ஒரு மாதிரி தயாரிக்கும்போது அது ஓர் உயர்படி மாதிரியாகவும் பெரும் சிக்கலான கட்டமைப்பைக் கொண்டதாயும் இருப்பதைக் காணலாம். செயற்கை உறுப்புகள் உடல் ஊனமுள்ளவர்களுக்குத் தானியங்கி முறையில் ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்கிற உதவிக் கருவிகளாகச் செயல்படும்படி வடிவமைக்கப்படும். உடல் ஊனமுற்றவரின் உயிரியல் மின் கட்டுப்பாட்டுச் சைகைகளினால் ஆளப்பட்டு, விசைப் பின்னூட்டச் சைகைகளைப் பயன்படுத்தி இயங்குகிற ஒரு செயற்கைக் கையினை இத்தகைய கருவிக்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகக் குறிப்பிடலாம்.

தொகுதி மாறிகளுக்கு இடையிலான உறவுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதும், தொகுதியின் ஓர் அளவறுதியான மாதிரியை உருவாக்குவதும் இன்றியமையாதனவாகும். ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் தொகுதிகள் இயக்கத் தன்மைக் கொண்டவை. ஆதலால் அவற்றின் விளக்கச் சமன்பாடுகள் வகைப்பாட்டுச் சமன்பாடுகளாகவே இருப்பது வழக்கம். அத்துடன் அந்தச் சமன்பாடுகளை நேர்கோட்டுத் தன்மையுள்ளவையாக ஆக்க முடிந்தால் தீர்வு முறையை எளிதாக்க லாப்லாஸ் மாற்றுகளைப் பயன்படுத்தலாம். நடைமுறையில் தொகுதிகள் சிக்கலானவையாக இருப்பதும், தொடர்புள்ள காரணிகளைப் பற்றி முழுமையாக அறிய முடியாமல் இருப்பதும், தொகுதியின் செயல்பாட்டைப் பற்றிப் பல கற்பிதங்களை ஏற்படுத்த வேண்டிய தேவையை உண்டாக்குகின்றன. எனவே, பல வேளைகளில் இயற்பியல் அமைப்பைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வதும், சில இன்றியமையாத கற்பிதங்களை வரையறுத்துக் கொள்வதும் பயன் தருவனவாக இருக்கும். அதன் பின்னர் நேர்கோட்டுச் சமானத் தொகுதியை விவரிக்கிற இயற்பியல் விதிகளைப் பயன்படுத்திச் சில நேர்கோட்டு வகையீட்டுச் சமன்பாடுகளைப் பெற முடியும். இறுதியாக லாப்லாஸ் மாற்றுமுறை போன்ற கணிதக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தித் தொகுதியின் செயல்பாட்டை விவரிக்கிற ஒரு தீர்வைப் பெற்றுவிடலாம். சுருக்கமாகச் சொல்லப் போனால் இயக்கத் தன்மையுள்ள தொகுதிகளைப் பற்றிய சிக்கல்களை அணுகுகின்ற செயல்பாட்டைப் பின்வரும் வரிசையில் குறிப்பிடலாம். (1) தொகுதியையும், அதன் ஆக்கக் கூறுகளையும் வரையறுத்தல் (2) கணித மாதிரியை உருவாக்கித் தேவையான கற்பிதங்களைப் பட்டியலிடுதல் (3) மாதிரியை விவரிக்கிற வெளியீட்டுச் சமன்பாடுகளை எழுதுதல் (4) விரும்புகிற வெளியீட்டு மாறிகளைப் பெறும் வகைகளில் சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காணுதல் (6) தேவைப்பட்டால் மீண்டும் பகுப்பாய்வு செய்தல் அல்லது தொகுதியை வடிவமைத்தல்.



படம் 1. பொருளாதாரப் பின்னூட்டுக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் கட்ட மாதிரி

சமூக பொருளாதார, அரசியல் துறைகளிலும் பின்னூட்டச் செயல்பாட்டு மாதிரிகளை உருவாக்கும் போக்கு வளர்ந்து வருகிறது. அம்முயற்சிகளுக்கு ஒரு நல்ல எதிர்காலம் இருக்குமெனவும் தோன்றுகிறது. தேசிய வருவாய்ப் பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் ஒரு மாதிரியைக் கீழே காணலாம். இத்தகைய ஒரு மாதிரி அரசின் கட்டுப்பாடுகளினால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் அரசின் செலவுகளின் இயக்கநிலை விளைவுகளையும் புரிந்து கொள்ள உதவும். இந்த மாதிரியில் காட்டப்படாத வேறு பல கண்ணிகளும் இருக்கின்றன. இத்தகைய ஓர் அரசியல் அல்லது சமூகவியல் பின்னூட்ட மாதிரி துல்லியமாக இராவிடினும் உள்ள நிலைமைகளை அறிந்து கொள்ள உதவும்.

லாப்லாஸ் மாற்றைப் பயன்படுத்தும் பகுப்பாய்வு. ஒரு சிக்கலான கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியைப் புரிந்து கொள்ள,

பின்னூட்டுக் கட்டுப்பாட்டு முறையின் நன்மைகள்

(1) பாதிப்புக் குறைவு. எந்தவிதமான ஒரு செயல்முறையும் சுற்றுச் சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், கால ஓட்டம், முதிர்ச்சி, செயல்முறைக் காரணியலகுகளின் மதிப்புகளைப் பற்றிய முழுமையான அறிவின்மை, ஒரு கட்டுப்பாட்டுச் செயல்முறையைப் பாதிக்கின்ற பல இயற்கைக் காரணிகள் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படும். திறந்த கண்ணி வகைத் தொகுதிகளில் இவ்வாறான பிழைகளும், மாற்றங்களும் துல்லியமற்றதும், மாறிக் கொண்டேயிருப்பதுமான ஒரு வெளியீட்டை உண்டாக்கும். ஆனால் மூடிய கண்ணி வகையைச் சேர்ந்த தொகுதி செயல்முறை மாற்றங்களால் வெளியீட்டில் ஏற்படுகிற மாற்றங்களை உணர்ந்து, வெளியீட்டைச் சரியான அளவுக்குத் திருத்த முயல்கிறது. காரணியலகுகளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் செயல்பாட்டைப் பாதிப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மூடிய கண்ணி வகையைச் சேர்ந்த பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி இத்தகைய பாதிப்பைக் குறைக்கிறது.

(2) தோன்றி மறையும் விளைவுகளைக் கட்டுப் படுத்துதல். கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகளின் வெளியீட்டில் சில விளைவுகள் ஓரிரு கணங்களுக்குத் தோன்றி உடனடியாக மறைந்துவிடும். இது கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகளின் தன்னியல்புகளில் ஒன்று. அதை மனநிறைவு அளிக்கும் வகையில் சரிப்படுத்த வேண்டும். ஒரு திறந்த கண்ணி கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் மனநிறைவு அளிக்கிற மறுவிளைவு ஏற்படாவிட்டால், உள்ள செயல்முறையை மாற்றி வேறுவிதமான செயல்முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதற்கு மாறாக ஒரு மூடிய கண்ணி வகைத் தொகுதியில் பின்னூட்டக் கண்ணியின் காரணியலகுகளைச் சரிபடுத் துவதன் மூலம் விருப்பமான மறுவிளைவுகளை வெளியிடும் படிச் செய்து விட முடியும்.

(3) குலைவுகளினால் ஏற்படும் விளைவுகளைக் குறைத்தல். ஒரு கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியில் பின்னூட்ட அமைப்பைச் சேர்ப்பதன் மூலம் குலைவு ஏற்படுத்தும் சைகைகளின் விளைவுகளைக் கட்டுப்படுத்தவும், ஓரளவுக்குத் தடுக்கவும் முடியும். பல கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள் வெளியிலிருந்து வரும் குலைப்புச் சைகைகளினால் பாதிக்கப்பட்டுத் தவறான வெளியீடுகளை அளிக்கும். எலெக்ட்ரானியப் பெருக்கிகளில் தொகுப்புச் சுற்றுகள் அல்லது திரிதடையங்களுக்குள்ளாகத் தோன்றும் உணர்சட்டங்கள் காற்றடிப்பினால் பாதிகப்படுகின்றன. பல அமைப்புகளில் நேர்கோட்டுத் தன்மையில்லாத ஆக்கக்கூறுகள் தேவையற்ற உருக்குலைப்புச் சைகைகளை உண்டாக்குகின்றன. பின்னூட்ட அமைப்புகள் இத்தகைய உருக்குலைப்பு, ஓசை, விரும்பத்தகாத நினைவுகள் போன்றவற்றைப் பயனுறு வகையில் குறைத்துவிடும்.

அடுத்துப் பின்னூட்ட அமைப்புகளைச் சேர்ப்பதன் காரணமாகத் திறன் லாபம் குறைகிறது. குறிப்பாக உள்ளீடு-வெளியீடு கடத்தலில் ஏற்படும் திறன் லாபம் குறையும். இறுதியாக மூடிய கண்ணி வகைக் கருவிகள் அமைப்பின் நிலைப்பாட்டுத் தன்மையைக் குறைக்கும் வாய்ப்புகள் அதிகம். திறந்த கண்ணி வகையில் இத்தகைய வாய்ப்பு சற்றுக் குறைந்த அளவில் உள்ளது.

இயக்கவியல் அமைப்புகளில் பின்னூட்ட உறுப்புகளைச் சேர்க்க முயலும்போது வடிவமைப்பாளர் பல கூடுதலான சிக்கல்களை எதிர் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. எனினும் பல வேளைகளில் பின்னூட்ட அமைப்பைச் சேர்ப்பதால் ஏற்படும் நன்மைகள், குறைகளைவிட அதிகமாகவே இருக்கும்போது பின்னூட்ட அமைப்பைச் சேர்ப்பதே விரும்பப்படும். எனவே ஒரு கட்டுப்பாட்டு அமைப்பை வடிவமைக்கும்போது கூடுதலான சிக்கல் ஏற்படுவதையும், நிலைத்தன்மை பாதிக்கப்படுவதையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது.

வடிவமைப்பும் ஈடுகட்டலும். ஒரு பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி ஒழுங்கான முறையில் செயல்பட வேண்டியது முதன்மையானதாகும். ஒரு சிறந்த கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி நிலைப்பாடு மிகுந்ததாக இருக்க வேண்டும். உள்ளீடு ஆணைகளுக்கு ஏற்புடைய விதத்தில் மறுவிளைவு தர வேண்டும். தொகுதியின் காரணியலகுகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் சிறும அளவிலேயே பாதிக்கப்படுவதாக இருக்க வேண்டும். உள்ளீடு ஆணைகளுக்குச் சிறும அளவிலான சீர்நிலைப் பிழைகளை உண்டாக்குவதாக இருக்க வேண்டும். வேண்டாத குலைவுகளினால் ஏற்படும் விளைவுகளை நீக்கக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும். அவசியமான சரிப்படுத்தல் அல்லாமல் உகப்பளவான செயல்பாட்டை அளிக்கின்ற ஒரு பின்னூட்டக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியைக் காண்பது அரிதே. பல ஒன்றுகொன்று முரண்படுகிற, கட்டாயப்படுத்துகிற விதிப்புகளுக்கிடையில் சமரசம் செய்து கொள்ள வேண்டியிருக்கும். அனைத்துத் தேவைகளையும், விழிப்புகளையும் நிறைவு செய்ய முடியாமல் போகிற சூழ்நிலைகளில் தொகுதியின் காரணி அலகுகளைச் சரிப்படுத்தி ஓரளவுக்கு மனநிறைவை அளிக்கிற வகையில் ஏற்புடைய செயல்பாட்டை அளிக்கும்படி செய்யவே வேண்டியிருக்கும்.

விரும்புகிற வகையில் மறுவிளைவு ஏற்படும்படியாகத் தொகுதியின் காரணியலகுகளைச் சரிப்படுத்துவது பல வேளைகளில் நடக்கக்கூடியதே. எனினும் தொகுதியின்

காரணியலகுகளைச் சரிப்படுத்தினால் மட்டுமே நாம் விரும்புகிற மறுவிளைவுகளை ஏற்படுத்தப் பல வேளைகளில் முடியாமல் போகும். அதைவிடத் தொகுதியின் அமைப்புத் திட்டத்தை அல்லது செயல்திட்டத்தை மீளாய்வு செய்து தேவைப்படின் புதிதாக ஓர் அமைப்புத் திட்டத்தை அல்லது செயல் திட்டத்தை உருவாக்கி ஏற்புடைய வகையில் செயலாற்றும் ஒரு கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியை வடிவமைப்பதே மேலானது. இவ்வாறு ஒரு கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியை வடிவமைப்பது என்பது தொகுதியின் கட்டமைப்பின் ஒழுங்காக்கம் அல்லது செயல் திட்டம், தகுதியான ஆக்கக் கூறுகள் மற்றும் காரணியலகுகளின் தேர்வு ஆகியவற்றுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டதாயிருக்கும். எ-டு: செயல்பாட்டு அளவீடுகளின் ஒரு கணம், குறிப்பிட்ட சில மதிப்புகளை விடக் குறைவாக இருக்க வேண்டுமென விரும்பினால், பலவேளைகளில் ஒன்றுக்கொன்று முரண்பட்ட தேவைகளில் கணங்களை எதிர்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. இந்த இரண்டு தேவைகளில் சிலவற்றை விட்டுக் கொடுக்க வேண்டியிருக்கும். அவ்வாறு செய்ய முடியாதபோது, தொகுதியையே ஏதோ ஒரு வகையில் மாற்றியமைக்க வேண்டும். பற்றாக்குறைகளையும், நிறைவின்மைகளையும் சரி செய்வதற்கான கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியில் செய்ய வேண்டியிருக்கிற மாற்றங்களும், சரிப்படுத்தல்களும் ஈடுசெய்தல் எனப்படும்.

தொகுதியில் மறுவிளைவை மாற்றும் நோக்கத்தில் அதன் வடிவமைப்பை மாற்றுகிறபோது, பின்னூட்ட அமைப்புக்குள் ஒரு கூடுதலான உறுப்பை அல்லது கருவியைச் சேர்த்துச் செயல்பாட்டில் உள்ள குறை அல்லது போதாமையை ஈடு செய்ய வேண்டியிருக்கும். அந்த உறுப்பு அல்லது கருவி மின்கருவியாகவோ, எந்திர கருவியாகவோ, நீரியல் கருவியாகவோ, காற்றழுத்தக் கருவியாகவோ, மற்ற வகை வலையமைப்பாகவோ இருக்கலாம். அதற்கு ஈடுகட்டி என்று பெயர். பல கட்டுப்பாட்டு மின் சுற்றுகள் ஈடுகட்டிகளாகச் செயல்படுகின்றன. ஈடுகட்டிகள் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள் கட்டமைப்புக்குள் ஏதாவது ஒரு தக்க இடத்தில் பொருத்தப்படும்.

ஒரு கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் செயல்திறனை வரையறுக்கும்போது அது உச்சச் செயல்பாட்டை எட்ட எடுத்துக் கொள்ளுகிற நேரம், உச்சச் செயல்பாட்டு அளவைவிட அதிக அளவை எட்டும்போது அதற்கு அனுமதிக்கக்கூடிய உச்சவரம்பு, ஒரு குறிப்பிட்ட உள்ளீட்டை ஏற்றுச் செயல்பட எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் ஆகியவை தீர்மானிக்கப்பட வேண்டும். கூடவே பல சோதனைச் சைகை உள்ளீடுகளையும் குலைவு உள்ளீடுகளையும் கணக்கிட்டு அவற்றுக்கு அனுமதிக்கக்கூடிய உயர் அளவு சீர்நிலைப் பிழைகளையும் தீர்மானித்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்தச் செயல்பாட்டுப் படித்தரங்களை மூடிய கண்ணி வகைக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிச் சார்பின், முனைகள் மற்றும் சுழிகளின் விரும்பத்தக்க இருப்பிடங்களின் பதங்களில் வரையறுக்கலாம். இவ்வாறு ஒரு கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் செயல்பாட்டை அதிர்வெண்-மண்டலச் செயல்பாட்டு அளவீடுகளின் பதங்களில் விவரிக்க முடிகிறது.

நிலை மாறிகளின் பதங்களில் குறிப்பிடப்படுகிற காலமண்டல முறையையும் பயன்படுத்தி ஒரு கட்டுப்பாட்டு தொகுதிக்கு ஏற்ற ஓர் ஈடுகட்டல் திட்டத்தை வடிவமைக்க முடியும். பல அளவிடக்கூடிய நிலை மாறிகளின் சார்பெண்ணாக உள்ள ஒரு கட்டுப்பாட்டுச் சைகையைப் பெற்றுள்ள தொகுதியைக் கட்டுப்படுத்துவது பரவலாக புழக்கத்தில் உள்ளது. அந்த நோக்கமுள்ளபோது அளவிடக் கூடிய வடிவத்தில் கிடைக்கிற தகவல்களைப் பயன்படுத்திச் செயலாற்றுகிற ஒரு நிலை மாறிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பை உருவாக்க வேண்டும். இந்த வகையிலான தொகுதி ஈடுகட்டல் தொகுதியின் உகப்புச் செயலாக்கத்துக்கு மிகவும் ஏற்புடையது ஆகும்.

பல வேளைகளில் ஒரு கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் செயல்பாட்டை மேம்படுத்தச் செயல்முறையையே மாற்றியமைப்பது மிகச் சிறந்த, எளிய உத்தியாக இருக்கும். அதாவது செயல்முறையின் வடிவமைப்பை வரையறுக்கவும் மாற்றவும் முடியுமானால், தொகுதியின் செயல்பாட்டை எளிதாக மேம்படுத்த இயலும். எ-டு: ஒரு சொர்வோ இயக்கவியல் இருப்பிடக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் தோன்றி மறையும் நடத்தையை மேம்படுத்த விரும்பும்போது, தொகுதியில் உள்ள மின்னோடியை எடுத்து விட்டு அதை விடச் சிறந்த செயல்திறனுள்ள ஒரு மின்னோடியைப் பொருத்திவிட முடியும். விமானக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் செயல்பாட்டை மேம்படுத்த விரும்பினால் விமானத்தின் காற்றியக்கவியல் வடிவமைப்பையே மாற்றிப் பறக்கும்போது தோன்றி மறையும் நடத்தைகளை மேம்படுத்தலாம். பல வேளைகளில் செயல்முறை மாற்ற முடியாததாக இருக்கலாம் அல்லது இயன்ற மாற்றங்கள் அனைத்தும் செய்யப்பட்டிருக்கும். அதன் பிறகும் அதன் செயல்பாடு நிறைவுள்ளதாக இராது. அந்த நிலையில் கூடுதலான ஈடுகட்டல் வலையமைப்புகளைச் சேர்த்தே தொகுதியின் செயல்பாட்டை மேம்படுத்த முடியும்.

எண்ணியல் கணிப்பொறிக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிகள். 1970ஆம் ஆண்டுக்குப் பிறகு எண்ணியல்

கணிப்பொறிகளின் விலை குறைந்து, நம்பகத்தன்மை வியப்பூட்டும் வகையில் அதிகரித்தால் எண்ணியல் கணிப்பொறியை ஈடுகட்டும் கருவியாகப் பயன்படுத்தும் போக்கு அதிகமாயிற்று.

ஓர் ஒற்றைக் கண்ணி எண்ணியல் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதியின் கட்ட வரைபடம் படம் 4இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் எண்ணியல் கணிப்பொறி உள்ளீட்டையும் வெளியீட்டையும் ஏற்றுக் கணக்கிட்டு ஒரு புதிய வெளியீட்டை அளிக்கிறது. செயல்முறையில் விரும்புகிற அளவில் செயல்பாடு அல்லது அதற்கு மிக நெருக்கமான அளவில் இருக்கும்படியாக அந்தப் புதிய வெளியீட்டை அளிக்கும் வகையில் கணிப்பொறிக்கு ஓர் ஆணைத் தொடரை உருவாக்கலாம். பல கணிப்பொறிகள் பெரும் எண்ணிக்கையிலான உள்ளீடுகளை வாங்கிக் கொள்ளவும், கணக்கிடவும் கூடியவை. எனவே ஓர் எண்ணியல் கணிப்பொறி கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதி பல வேளைகளில் ஒரு பன்மை மாறி அமைப்பாகச் செயல்பட முடிகிறது.

ஒரு கணிப்பொறிக் கட்டுப்பாட்டுத் தொகுதிக்குள் எண்ணியல் கணிப்பொறி இலக்க வடிவில் அளிக்கப்படும் சைகைகளை வாங்கிக் கணக்கிட்டுச் செயல்படுகிறது. மற்ற வகைக் கணிப்பொறிகள் தொடர்ச்சியான சைகைகளைக் கையாளுகிறவை. அளவீட்டுத் தரவுகள் ஒரு மாறியின் உதவியால் ஒத்தியல் வடிவத்திலிருந்து எண்ணியல் வடிவத்துக்கு மாற்றப்படுகின்றன. எண்ணியல் கணிப்பொறி உள்ளீடுகளை வைத்துக் கணக்குகளைப் போட்டு எண்ணியல் வடிவத்தில் வெளியீடுகளை அளிக்கிறது. பின்னர் இன்னொரு மாற்றியின் உதவியால் அந்த வெளியீடுகள் ஒத்தியல் வடிவத்துக்கு மாற்றப்படும்.

வீடுகள், கல்விக்கூடங்கள், தொழிற்சாலைகள் ஆகிய இடங்களில் பல பணிகள் புறக்கணிக்கத்தக்கவையாக அலுப்பூட்டுகிறவையாக, மீண்டும் மீண்டும் செய்ய வேண்டியவையாக அல்லது ஆபத்தானவையாக இருக்கும். அத்தகைய பணிகளைச் செய்வதற்குத் தானியங்கிக் கையாளல் கருவிகள் மிகவும் ஏற்றவை. தொழிற்சாலைகளில் தானியங்கி முறையில் சுமையேற்றுதல், சுமையிறக்குதல், வெட்டுதல், பற்றுவைத்தல், வார்ப்புச் செய்தல் போன்ற பணிகளைச் செய்யும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்துவதால் துல்லியத் தன்மை, பாதுகாப்பு, சிக்கனம், உற்பத்தித் திறன் கூடுதல் ஆகிய நன்மைகள் கிடைக்கின்றன.

எந்திரங்களுக்குள் ஆணையிடக் கூடிய கணிப் பொறிகளைப் பொருத்திவிட்டால் அந்த எந்திரங்கள் ரோபோக்கள் ஆகிவிடும். சில குறிப்பிட்ட, மீண்டும் மீண்டும் செய்ய வேண்டியிருக்கிற பணிகளில் மனிதர்களுக்கு மாற்றாக ரோபோக்கள் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. சில ரோபோக்கள் மனிதரின் உறுப்புகளை ஒத்த கைகள், மணிக்கட்டுகள், விரல்கள் போன்றவற்றோடு அமைக்கப்படுகின்றன. பொருள்களை எடுப்பது, வைப்பது, திருப்புவது போன்ற பணிகளை அவை துல்லியமாகச் செய்யும். விண்வெளி ஆய்வுகளில் ரோபோக்கள் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொழிற்சாலைகளிலும், தொகுப்பு, வகைப்படுத்தல் முதலான பல்வேறு வகையான பணிகளிலும் ரோபோக்கள் ஈடுபடுத்தப்பட்டுள்ளன.

- கே.என்.இராமச்சந்திரன்

தொகுதி, கடிகாரக் கட்டுப்பாடு

காலத்தை அளவிட உதவும் கருவிகளைக் கடிகாரம் என்பர். தொடக்க காலத்தில் நீர்க் கடிகாரம், நிழற் கடிகாரம், மணற் கடிகாரம் போன்றவற்றைக் காலத்தினைக் கணிக்கவும் அளவிடவும் பயன்படுத்தினர். இத்தகைய கடிகாரங்களைக்கூடத் தொடக்கக் காலத்தில் அனைவரும் அறிந்திருக்கவில்லை. ஆனால் இப்போது கடிகாரங்களின் செயல்பாடுகளை அறியாதார் இலர் எனலாம்.

நிழற் கடிகாரம். மனிதனின் நிழல் அல்லது மரத்தின் நிழலைக் கொண்டு நேரத்தைக் கணிக்கும் வழக்கம் இன்றும் பாமர மக்களிடம் காணப்படுகிறது. எ-டு. விடியற்காலையில் சூரியன் தோன்றும்போது உருவங்களின் நிழல் ஏற்படும். காலையில் சூரிய ஒளி உடல் மீது சாய்வாகப் படுவதால் மேற்கு நோக்கி நீண்ட நிழல் விழும். அந்நிழல் உச்சி வேளையில் காலுக்குள் ஒதுங்கும். மீண்டும் நண்பகல் வேளையிலிருந்து மெல்ல மெல்லச் சூரியன் மேலைவானிற் சாயுங்காலம் நிழல் கிழக்கு நோக்கி நீண்டு வளரும். நிழலின் நீள மாற்றங்களையும் விழுகின்ற திசைகளையும் வைத்தே காலத்தை அறிந்து கொள்ளலாம்.

மணற் கடிகாரம். இதில் இரண்டு ஜாடிகள் ஒன்றன் மீது ஒன்றாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். மேலே உள்ள ஜாடியில் சிறுதுளையிடப்பட்டு மணலால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். பிறகு மணல் துளையின் வழியே சிறு சிறு துகள்களாகக் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள ஜாடியில் நிரப்பப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மணல் துகள்கள், மேல் ஜாடியிலிருந்து கீழ் ஜாடிக்குச் செல்ல வேண்டும் என்று கணக்கிட்டிருப்பர். அதன்படி, மணல் வழியே இறங்கியுள்ள அளவினைப் பொறுத்துக் கால அளவிகள் அறுதியிடப்பட்டன. எனவே கடிகாரத்தின்

வளர்ச்சியில் முதல் படிக்கட்டு மணற் கடிகாரங்களிலேயே தொடங்கிவிட்டது என்பதோடு, கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டு முறையும் தொடங்கிவிட்டது என்றே கூறலாம். பிறகு கடிகாரத்தினைப் பற்றிய அறிவு படிப்படியாக வளரத் தொடங்கியது. இந்த முன்னேற்றம் சற்று வேகத்தோடும், தொழில் நுட்பத்தோடும் வளர்ச்சி பெறத் தொடங்கியது. இதன் பயனாக ஊசல் கடிகாரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஊசல் கடிகாரங்கள் காலத்தை ஓரளவு நுட்பமாக அளவிட உதவின. இவ்வகைச் கடிகாரத்தில் ஒரு சுருள் வில் (spring), ஓர் ஊசல் குண்டு போன்றவை இருந்தன. முறுக்கேற்றப்பட்ட சுருள் நீட்சியடையும்போது அதனோடு இணைந்த ஊசல் குண்டும் அலைவுறத் தொடங்கும். ஊசல் குண்டு அலைவினால் அதனோடு இணைந்த குறிமுள் நகரும். இவ்வாறு குறிமுள் நகர்வதால் அவை அடையும் இடப்பெயர்ச்சியிலிருந்து நேரத்தை அளவிட்டு வந்தனர். இக்காலத்திலும் இடங்களில் ஊசல் கடிகாரங்கள் செயற்பட்டு வருவதை காணலாம். எனினும் இவற்றைக் கொண்டு காலத்தை நுட்பமாக அளவிட இயலவில்லை. இதனால் கடிகாரத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகள் தொடர்ந்தன. இந்த இடைப்பட்ட காலத்தில் டீசல் கடிகாரங்கள் ஓரளவு மேம்படுத்தப்பட்ட போதிலும் நிறைவளிக்கவில்லை. இதனால் அறிவியலாரின் கவனம் அணுக்களை (atoms) நோக்கித் திரும்ப, கடிகாரத்தின் வளர்ச்சி ஓங்கியது. இவை ஒரு விநாடியைப் பல இலட்சம் கூறுகளாகப் பிரிக்கும் அளவிற்கு மிக மிக நுட்பமானவையாக வளர்ச்சி பெற்றன. ஊசல் கடிகாரங்கள் கண்டுபிடித்த காலத்தில் அவை மிகு எடையும் பருமனும் கொண்டு அளவில் பெரியனவாக இருந்தன. ஆனால் இக்காலத்தில் நகத்தளவு சிறு கடிகாரங்கள் வடிவமைக்கப்பட்டுவிட்டன. இந்த வளர்ச்சியின் அடிப்படையாக இருப்பது கடிகாரத்தின் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளில் படிப்படியாக நிகழ்ந்த முன்னேற்றமே எனலாம்.

கடிகாரத்தின் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் பல சிறிய கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் இணைந்து அமைந்துள்ளன. இந்தச் சிறு கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் ஒவ்வொன்றும் கடிகாரத்தின் ஒவ்வொரு செயலையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. எ-டு: கடிகாரத்தின் வடிவ அளவு, செயல், நுட்பம் ஆகியன கடிகாரங்கள் நேரத்தைச் சுட்டிக் காட்டுவதற்கு மட்டுமன்றி வேறு பல ஆய்வகங்களிலும் பெரும்பான்மையான அமைப்புகள் கடிகாரக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவற்றையே நேரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் (time controlled systems) என்பர். எ-டு: பொதுவாக வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் அலறல் கடிகாரம் (alarm clock). இந்த அலறல் கடிகாரத்தினை விழிப்புணர்த்தும் கடிகாரம் என்றும் குறிக்கலாம். இதனால் கடிகாரத்தில் உள்ள சாவி அமைப்பின் மூலம், அதனுள் உள்ள சுருள்வில் அமைப்பை முறுக்கேற்றிய பின்னர், எண் முகப்பில் உள்ள சிறிய அலறல் அடையாள குறிமுள்ளை விழிக்க வேண்டிய குறிப்பிட்ட நேர எண்ணில் நகர்த்தி வைக்க வேண்டும். பிறகு காலங்காட்டும் முள்கள் நிலைநிறுத்தப்பட்ட குறிமுள்ளின் அளவைத் தொடும்போது, அதிரும் மணி ஓசையினால் விழிப்பு ஏற்படும். அலறல் ஒலியின் காலம், கருவியின் முறுக்கேற்றப்பட்டதற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். முறுக்கேற்றப்பட்டது மிகுதியாக இருந்தால், அதிர்வு ஒலி நீண்ட நேரமும், குறைவாக இருந்தால் அதிர்வு ஒலி குறைவான நேரமும் ஒலிக்கும். இதனால் அதிர்வு மணிக்கடிகாரம் நேரக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பாகச் செயல்படுகிறது.

பொதுவாக ஒரு கடிகாரத்தின் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் பல முதன்மைப் பகுதிகள் இருந்தாலும் நேரக் கணிப்புக் கருவி (timing device), கட்டுப்பாட்டுச் செயல் அமைப்பு ஆகியன இன்றியமையாதவை ஆகும். இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று நேரடித் தொடர்பைக் கொண்டிருக்கும். அமைப்பின் செயல்பாடு, நேரக் கணிப்புக் கருவி மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் தேவைக்கேற்ப அமைப்பின் செயல்பாட்டை அறுதியிட்டுக் கொள்ளலாம். இத்தகைய கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளின் பயன்பாடு மேற்குறிப்பிட்டது போலச் சாதாரணமாக வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் அதிர்வு மணிக் கடிகாரம் முதல், பல சிக்கலான செயல்பாடுகளைக் கொண்ட அமைப்புகள் வரை பரந்து காணப்படும். சிக்கலான செயல்பாடுகளைக் கொண்ட அமைப்புகளுக்கு எடுத்துக் காட்டாக ஏவுகணைகளைச் (missiles) செலுத்துதல், செயற்கைக் கோள்களை விண்வெளிக்கு அனுப்புதல் ஆகியவற்றைச் கூறலாம். ஏவுகணை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட இலக்கை நோக்கிச் சென்று தாக்கும்போது எடுத்துக்கொள்ளும் கால இடைவெளி மிகவும் இன்றியமையாததாகும். இத்தகைய கால இடைவெளியை நுட்பமாகக் கணித்துச் சரியான இலக்கை அடையச் செய்வதில் கணிப்பொறிகளின் உதவியுடன் கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் நுட்பமாகச் செயல்படுகின்றன. எதிரி ஏவுகணையைச் சரியான நேரத்தில் சரியான தொலைவில் தடுக்குமாறு செய்வதே கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளின் பணியாகும். அவ்வாறே செயற்கைக்கோள் புவிப்பரப்பைவிட்டு அதன் சுற்றுப்பாதையை அடைவதற்குரிய நேரத்தினைச் சரியாக கணிக்க வேண்டும். செயற்கைக் கோளின் பாதையில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைக் கருத்தில் கொண்டு நேரம் கணிக்கப்படுகிறது. மேலும் சில திட்டங்களில் திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. ஏனெனில் செயற்கைக் கோள் ஏவுகலத்தினுள் வைக்கப்பட்டுள்ள தளக் கணிப்பொறிகளின் (on-board processors) ஆணைகளைப் பொறுத்தே அவற்றின் செயல்பாடுகளும் அமைகின்றன. செயல் பாடுகளைப் பொறுத்து கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் பின்வருமாறு அமையும்.

நேர இணைப்புமாற்றி. நேர இணைப்புமாற்றியை நேரத் தொடுசாவி என்றும் கூறலாம். சாதாரணமாக மின்சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படும் தொடுசாவியால் மின் இணைப்புகளுக்கிடையே தொடர்பை ஏற்படுத்தவும், துண்டிக்கவும் முடியும். அதேபோலக் கடிகார கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளிலும் நேரத் தொடுசாவிகள் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இவை சில சமயம் மின் தொடர்பு ஏற்படுத்தவும் பயன்படுத்தப்படும். எ.டு: நேரத் தொடுசாவிகள் மூலம் மின் தொடர்பை ஏற்படுத்தி, தொழிற்சாலைகளில் உள்ள விளக்குகளை இயக்கவும், சூடு செய்யவும் முடியும். அவற்றுள் சூடாக்கிகள் (heaters), அடுப்புகள் (ovens) போன்றவை அடங்கும். போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளை நேரத் தொடுசாவிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புக்கு மற்றுமோர் எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். இவை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சாலைகள் சந்திக்கும் இடங்களில் அமைக்கப் படுகின்றன. இவற்றில் உள்ள விளக்கு சமிக்ஞைகள் கணிப்பொறி மூலமாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரே மின் தொடர்பைக் கொண்ட விளக்குகளின் மூலம் சாலையின் நான்கு திசைகளிலும் வரும் போக்குவரத்துகளைக் கட்டுப்படுத்தி வரிசைப்படுத்த முடிகிறது. விளக்குகளுக்கு மின் தொடர்பினை மாறி மாறிக் கொடுப்பதன் மூலமே இது இயலுகிறது. இவ்வாறு மின் தொடர்புகளை மாற்றித் தருவதற்கு நேரத் தொடுசாவிகள் பயன்படுகின்றன. ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளியில் தொடர்புகளை மாற்றியமைக்கிறது.

நேரத் தொய்வுப் பரப்புதல் அமைப்பு. இவ்வகைக் கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளில் கால இடைவெளிகள் முன்னதாகவே பதிவு செய்யப்பட்டுவிடும். இந்தக் கால இடைவெளி இயங்கு அமைப்பினை ஆற்றல் ஊட்டுவதற்கும், ஆற்றலை இழக்கச் செய்வதற்கும் உள்ள வேறுபாடாகும். அதே போன்ற கால அளவுகளை அறுதியிடுவது இயங்கு அமைப்பின் இயக்கப்பளுவைப் பொறுத்தும் அமைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட பணியைச் செய்து முடிக்க, குறிப்பிட்ட அளவு கால இடைவெளி இன்றியமையாததாகும். இந்த இடைவெளி, அமைப்பின் மீதான பணியைப் பொறுத்து மாறுபடும். இதில் ஆற்றலை ஊட்டுவதற்கும், இழக்கச் செய்வதற்கும் கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. எனவே இவ்வமைப்புகள் நேரத் தொய்வுப் பரப்புதல் அமைப்புகள் எனப்படுகின்றன. இதில் தகட்டு மின்னழுத்தம் (plate voltage), சூடாக்கி மின்னழுத்தம் (heater voltage) என இரண்டு விதத் செயல்பாடுகளைக் கொண்ட மின்னழுத்தங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் ஒன்றின் செயல்பாட்டை அடுத்து மற்றொன்றின் செயல்பாடு நடைபெறும். இவ்விரு நிகழ்ச்சிகளும் தனித்தனியே குறிப்பிட்ட அளவு நேரத்தை எடுத்துக்கொள்கின்றன. ஒன்றின் செயல் முடிந்து மற்றொன்றின் செயல் தொடங்குவதற்கு உள்ள கால இடைவெளியை நேரத் தொய்வுப் பரப்பு அமைப்புகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

இடைவெளி நேரங்காட்டி. இவ்வகைக் கடிகாரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் ஒரு தொகுப்பாக அமைந்த தொடர்களை இயக்குகின்றன. இங்குத் தொகுப்பு என்பது ஒத்த செயல்பாடுகளைக் கொண்ட ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அமைப்புகளின் சேர்க்கை ஆகும். நேரங்காட்டிகள் இவை அனைத்தையும் ஒன்றாக இணைத்து, ஒரே நேரத்தில் இயங்க வைக்கின்றன. இந்நிகழ்வு முன்னரே அறுதியிடப்பட்ட நேரத்திற்கும், செயலின் முடிவிற்கும் இடைப்பட்ட கால அளவைக் கட்டுப்படுத்தும். செயலின் முடிவில் தொடுசாவி அதன் இயல்நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படும். இடைவெளி நேரங்காட்டிகள் பெரும்பாலும் நேரத் தொய்வுப் பரப்பு அமைப்புகளின் செயல்பாடுகளையே ஒத்துள்ளன. இவ்விரு வகைகளில் இடைவெளி நேரங்காட்டிகள் மிக துல்லிய செயல்பாடுகளைக் கொண்டிருக்கும். நேரத் தொய்வு அமைப்புகள் எடுத்துக் கொள்ளும் கால இடைவெளி குறைவாகவும், நேரங்காட்டிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் எடுத்துக்கொள்ளும் கால இடைவெளி கூடுதலாகவும் இருக்கும். மேலும் நேரத் தொய்வு அமைப்புகளின் கால அளவைவிட இது பன்மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். இடைவெளி நேரங்காட்டிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாக, ஒளிப்படச்சுருளில் மறுபதிப்புச் செய்தல் புள்ளிப் பற்றுவைப்புமுறை (spot welding) ஆகியவற்றைக் கூறலாம். இவை ஒளிப்படச் சுருளில் ஒளிப்படக் கருவியை இயக்குவதற்கும் படச்சுருளின் மீது உருவத்தின் பிம்பம் பதிவதற்கும் இடையே உள்ள கால இடைவெளியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இதிலிருந்து இடைவெளி நேரங்காட்டிகள் நுட்பமாகவும், விரைவாகவும் செயலாற்றும் விதத்தை அறியலாம்.

காலச்சுற்றுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள். இவ்வகைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளும் ஓரளவு இடைவெளி நேரங்காட்டிகளின் செயல்பாடுகளையே கொண்டிருக் கின்றன. இவற்றில் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசைப்படி செயல் பாடுகள் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒருமுறை இவ்வமைப்பை இயக்கத் தொடங்கிவிட்டால் போதும்; பிறகு அமைப்பின் செயல்பாடுகளில் உள்ள ஒவ்வொரு நிகழ்வும் வரிசைப்படித் தொடர்ந்து தொடங்கிவிடும். இந்நிகழ்வுகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாறும்போது தேவைப்படும் கால இடைவெளி சீராகவும், சமமாகவும் இருக்கும். எ-டு:

மின்னோடியினுள் அமைந்துள்ள கம்பிச்சுருள் படிப்படியாக ஆற்றல் பெற்றுக் குறைந்த வேகத்திலிருந்து மிகு வேகத்திற்கு மாறும் நிகழ்ச்சி. இது ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசைப்படியே நடைபெறுகிறது.

காலத் திட்டக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு. இவ்வகைக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு கருவிகள் ஒரு நிகழ்வின் முதன்மைக் காரணிகளைச் சரி செய்யும் விதத்தில் செயல்படுகின்றன. இக்காரணிகள் திட்ட அமைப்பின் செயல்பாட்டிற்கு ஏற்ப மாறும் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும். அவ்வாறு மாறுதலை, தேவைக்கேற்பக் கட்டுப்படுத்திக் கொள்வது இன்றியமையாததாகும். இவற்றிற்கும் கால அளவுகள் முன்கூட்டியே அறுதியிடப்படும். எ-டு: உலோகவியலில் உலோகங்களை உலைகளில் வைத்து மென்மையாக்குதல் (annealing) நிகழ்வுக்கு உட்படுத்தல். இந்நிகழ்ச்சியில் வெப்பநிலை முதன்மைக் காரணியாகும். இத்தகைய நிகழ்வுகளில் காலத் திட்டக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன.

-கே. ஆர். கோவிந்தன்

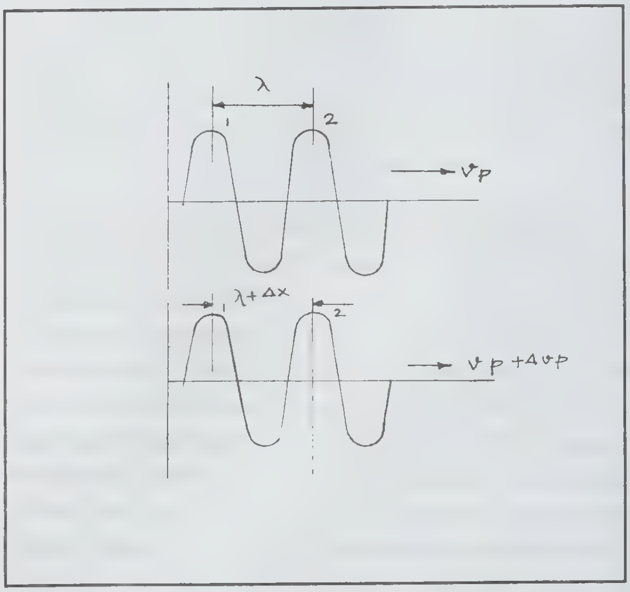
தொகுதித் திசைவேகம்

தொகுதி திசைவேகம் (group velocity) என்பது ஓர் அலைப் பொட்டணத்துள் (wave packet) அமைந்த அலைத் தொகுதியின் திசைவேகத்தை அல்லது பயண அலை அல்லது அலைப்பொட்டணத்துள் உள்ள ஆற்றல் பாயும் திசைவேகத்தைக் குறிக்கும்.

v_p என்னும் தறுவாய்த் திசைவேகமுடைய (phase velocity) தூய சைன் அலை நடைமுறையில் நிலவ முடியாது. இதற்கு அலை நீளத்தினைப் போன்ற பன்மடங்கு பருமம் (extant) உடைய ஊடகம் (medium) தேவை. நடைமுறையில் அலைகளின் தொகுதி அல்லது அலைப்பொட்டணம் மட்டுமே நிலவும். இவை பல அலை நீளங்களும் பல அலைவெண்களும் (frequencies) கொண்ட அலைகளில் அமைந்துள்ளன. அலை விரவல் (dispersion) ஏற்படாத இடையகங்களில் v_p என்னும் நிலையான தறுவாய்த் விரைவுடைய கருத்தியலான (ideal) தனி அலை மாறுபாட்டாலும் தறுவாய்த் திசைவேகம் v_p என்னும் ஒரே அளவில் அமையும்: எனவே, இதில் v_g என்னும் தொகுதித் திசைவேகமும் v_p என்னும் தறுவாய்த் திசைவேகத்திற்குச் சமமாகவே இருக்கும். அலைப்பொட்டண வடிவம் அதன் பயணத்தின்போது மாறிவிடும். ஒவ்வோர் அலைவெண்ணை உடைய அலையும் ஒவ்வொரு தறுவாய்த் திசைவேகத்துடன் பயணம் செய்யும். தொகுதித் திசைவேகம் v_g, தறுவாய்த் திசைவேகம் v_p இரண்டும் வேறுபடும்.

ஒற்றைப் பருமானத்துக்குத் (dimension) தொகுதித் திசைவேகத்தைத் தறுவாய்த், திசைவேகத்திலிருந்து எளிமையாகக் கணிக்கலாம். இரண்டு அலைகள் உள்ள ஓர் அலைப்பொட்டணத்தைக் கொள்ளலாம். முதல் அலையின் அலை நீளம் λ எனவும் தறுவாய்த் திசைவேகம் v_p எனவும் கருதலாம். இரண்டாம் அலையின் அலைநீளம் $\lambda+\Delta\lambda$ எனவும் தறுவாய்த் திசைவேகம் $v_p+\Delta v_p$ எனவும் கொள்ளலாம். அலைப் பொட்டணம் என்பது இந்த இரண்டு அலைகளின் தொகுப்பு நிலையாகும். தொடக்கத்தில் இந்த இரண்டு அலைகளின் பெரும அளவு அலைவு x_o என்னும் புள்ளியில் இரண்டு அலைகளின் இரண்டாம் இருப்புகளில் (z என்னும் பெரும இருப்புகளில்) உள்ளது. t_o நேரம் கடந்த பிறகு முதல் அலையின் இரண்டாம் முகட்டின் (crest) இருப்பைவிட இரண்டாம் அலையின் இரண்டாம் முகடு முன்னேறி இருக்கும். t_o நேரத்தில் அலைப் பொட்டணம் நகர்ந்த தொலைவு D எனலாம். எனவே, அலைப்பொட்டணத் தொகுதித் திசைவேகம் $v_g = D/t_o$ படத்திலிருந்து

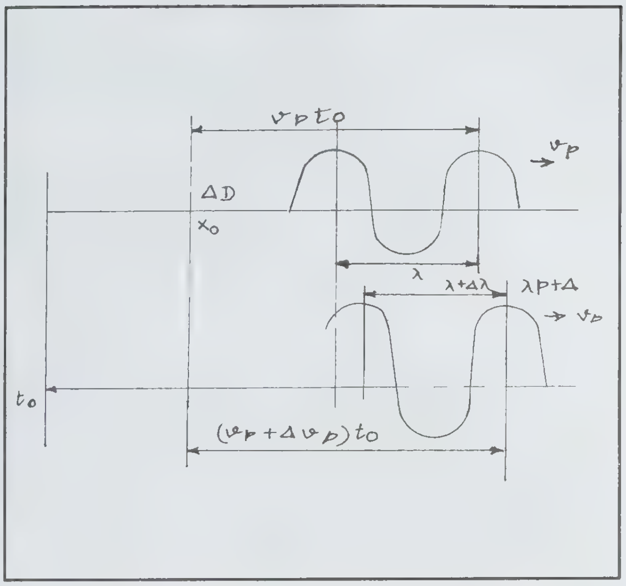
$D = v_p t_o \lambda$ இதேபோல் $\lambda + \Delta\lambda - \lambda = \Delta\lambda = \left(V_p + \Delta V_p\right)t_o - V_p t_o = \Delta V_p t_o$. எனவே, $t_o = \dfrac{\Delta\lambda}{\Delta V_p}$



படம் (அ)

இந்த மதிப்புகளைப் பதிலிட, $V_g = V_p - \lambda\left(\dfrac{\Delta\vartheta_p}{\Delta\lambda}\right)$

நுண் கணித அல்லது கலனக் கொணர்வின்படி (Calculus derivation) $V_g = V_p - \lambda \dfrac{d\vartheta_p}{d\lambda}$



இரண்டு ஒரு பருமான அலைகள் அமைந்த அலைத் தொகுதி

(அ) தொடக்க நிலை

(ஆ) t_o நேரத்துக்குப் பிறகு உள்ள நிலை

மேலும் $V_p = \lambda f$ என்னும் சமன்பாட்டைக் கொண்டு பெருக்கல் வகைக்கெழுப்படுத்தல் விதியைப் பயன்படுத்த,

$$d\vartheta p / d\lambda = f + \lambda\left(\frac{df}{d\lambda}\right)$$

$$\text{எனவே } V_g = V_p - \lambda f - \lambda^2\left(\frac{df}{d\lambda}\right)$$

$$= -\lambda^2\left(\frac{df}{d\lambda}\right)$$

அலை எண் $K = \frac{2\pi}{\lambda}$ அலைக்கோணத் திசைவேகம் $\varpi = 2\pi f$ என்னும் இரு சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்த

$$V_g = \frac{dw}{dk}$$

மேலும் $w/k = V_p$ ஆகும். இந்த இரண்டாம் சமன்பாட்டை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பருமானங்களுக்கும் விரிவுபடுத்தல் எளிது.

நீர் ஆழத்தில் $V_p = ck^{1/2}$ இங்கு C என்பது நீரின் ஒரு மாறிலி. எனவே $w = ck^{1/2}$; மேலும் $V_g = \frac{dw}{dk} = \frac{1}{2}\vartheta_p$ இந்த அலைகள் விரவல் மிகுந்தவை. தனி அலையின் திசைவேகம் தொகுதி அலையின் திசைவேத்தைவிட இரண்டு மடங்காக உள்ளமையால் தொகுதி அலையை வேகமாகக் கடந்து செல்லும் என்பது தெளிவு.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

தொகுப்பிகள்

நிகழ்தகவு பரவல் சார்பில் பயன்படும் தொகுப்பிகள் (cumulants) k_1, k_2 .... என்பவை

$$\exp\left[(it)k_1 + \frac{(it)^2}{2!}k_2 + \frac{(it)^3}{3!}k_3 + \ldots\right] =$$

$$\left[1 + it\mu_1^1 + \frac{(it)^2}{2!}\mu_2^2 + \ldots\right] = \varphi(t)$$

என்னும் முற்றொருமையால் வரையறுக்கப் படுகின்றன. இங்கு μ_1^1, μ_2^2 ஆகியவை ஆதியை (origin) மூலமாகக் கொண்டு கணக்கிடப் பரவலின் விலக்களவுகள் (moments of the distribution) ஆகும். ஒரு சிறப்புச் சார்பு.

$k_1 = \mu_1, k_2 = \mu_2; k_3 = \mu_3; \mu_4 - 3\mu_2^2$ என முதல் நான்கு தொகுப்பிகளின் மதிப்புகளைக் குறிக்கலாம். முதல் தொகுப்பியைத் தவிர மற்றவை ஆதிமாற்றத்தால் கணக்கிடப்படுகின்றன. சராசரியை மூலமாகக் கொண்டும் கணக்கிடப்படுகின்றன.

இயல் நிலைப் பரவலின் இரண்டாம் தொகுப்பிற்கு அடுத்துவரும் தொகுப்பிகள் அனைத்தும் சுழி ஆகும். பாய்சான் பரவலின் அனைத்துத் தொகுப்பிகளும் -க்குச் சமமாகும்.

$r_1 = \frac{k_3}{k_2^{3/2}}$; $r_2 = \frac{k_h}{k_2^2}$ என்பன முறையே கோட்டம், தட்டை (skewness and kurtosis) ஆகியவற்றின் அளவுகளாகும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

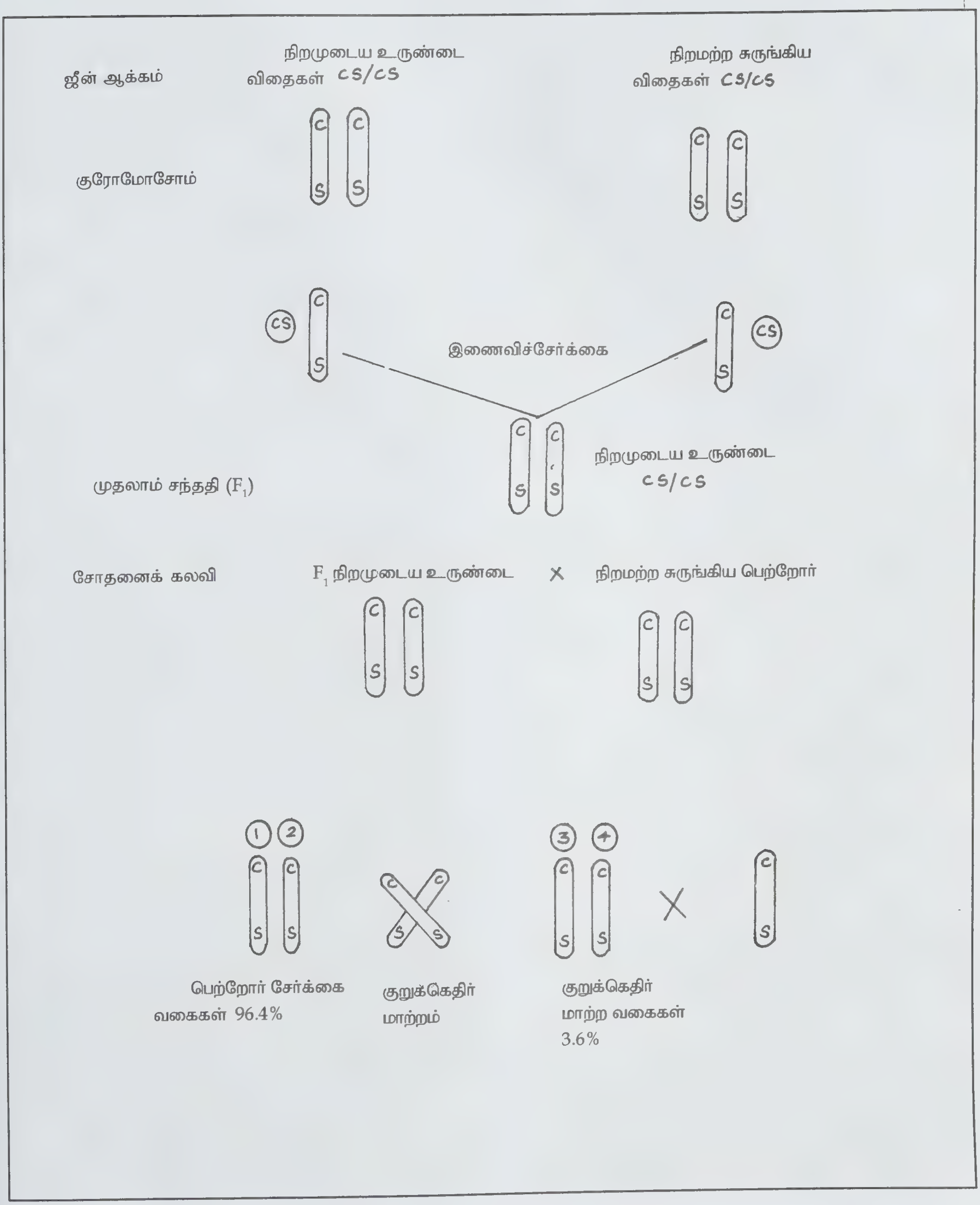
தொகுப்பு

மெண்டல் என்பார் 1865ஆம் ஆண்டு முதன் முதலில் பாரம்பரியம் எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பது பற்றிய விளக்கத்தைத் தந்தார். அவ்விளக்கங்கள் பாரம்பரியம் பற்றிய விதிகளாகவே (laws of inheritance) கருதப்படுகின்றன. அவர் உருவாக்கிய விதிகள் தனித்துப் பிரிதல் விதி (law of segregation) சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதி (law of independent assortment) எனப்படும். அவர் வழியைப் பின்பற்றிச் செய்யப்பட்ட பல ஆய்வுகள் அவர் விதிகளை நிறுவும் முறையிலேயே இருந்தன. ஆனால் ஒரு சில ஆய்வு முடிவுகள் இரண்டாம் விதிக்கு மாறாகவே இருந்தன. அதாவது ஈரிரட்டைப் பண்புகளில் வேறுபட்ட இரு கலப்பற்ற (pure breeding) பெற்றோர்களைக் கலவி செய்தபோது இரண்டாம் சந்ததியில் (second filial generation) மெண்டலுக்குக் கிடைத்தது போல் 9:3 3:1 என்னும் புறத்தோற்ற விகிதம் (phenotype ratio) கிடைக்கவில்லை. இதற்குக் காரணம் அவ்வாய்வுகளில் ஈரிரட்டைப் பண்புகளுக்குக் காரணமான ஜீன்கள் ஒரே குரோமோசோம் இரட்டையில் அமைந்திருந்தமையேயாகும்.

ஒரே குரோமோசோமில் அமைந்துள்ள ஜீன்களும் அவற்றின் தொகுப்புக் (linkage) காரணமாகச் சார்பின்றி ஒதுங்க முடியாது. எனவே, சார்பின்றி ஒதுங்குதல் வெவ்வேறு குரோமோசோம் இரட்டைகளில் அமைந்துள்ள ஜீன்களுக்கோ ஒரே குரோமோசோமில் அதிக இடைவெளி விட்டு அமைந்துள்ள ஜீன்களுக்கோ பொருந்தும். இதனை ஹட்சின்சன் என்பார் சோளத்தில் செய்த ஓர் ஆய்வின்வழி விளக்கினார். சோளத்தின் ஒரு வகை நிறமுடைய உருண்டை வடிவ விதைகளையும், மற்றொரு வகை நிறமற்று சுருங்கிய விதைகளையும் கொண்டிருந்தன. நிறத்திற்குக் காரணமான ஜீன் (C) நிறமற்ற தன்மைக்குக் காரணமான ஜீனின் (C) மேல் ஓங்கு தன்மை கொண்டிருந்தது. அதேபோன்று உருண்டை வடிவ முளைசூழ்தசைக்குக் (endosperm) காரணமான ஜீன் (S) சுருங்கிய விதைத்தன்மைக்குக் காரணமான ஜீனின் (S) மேல் ஓங்குதன்மை கொண்டிருந்தது. எனவே, இவ்விரு கலப்பற்ற பெற்றோர் வகைகளின் ஜீன் ஆக்கம் (genotype) முறையே (CS/CS, CS/CS) ஆகும். இவ்விரு பெற்றோர் வகைகளுக்கிடையே செய்யப்பட்ட கலவியினால் C_s/cs எனும் ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட F_1 சந்ததி தோன்றியது. C மற்றும் Sஇன் ஓங்குதன்மை காரணமாக F_1 சந்ததியில் அனைத்தும் நிறமுடைய உருண்டை வடிவ விதைகளையே பெற்றிருந்தன. இந்த முதல் சந்ததிச் செடியைக் கலப்பற்ற ஒடுங்கு பண்பு (CCSS) என்னும் செடியோடு கலவி செய்தால், மெண்டலின் இரண்டாம் விதியின் மூலம் சார்பின்றி ஒதுங்கினால், ஆய்வு கல்வியில் (test cross) நால்வகைச் சந்ததிகள் 1:1:1:1 எனும் விகிதத்தில் கிடைக்க வேண்டும். ஆய்வுக் கலவியில் கிடைத்த முடிவுகளும் சார்பின்றி ஒதுங்குதல் விதிப்படி எதிர்பார்க்கப்பட்ட முடிவுகளும் பின்வருமாறு:

புறத்தோற்ற வகைகள்	ஜீன் ஆக்கம்	வகை	கிடைத்த முடிவு %	சார்பின்றி ஒதுங்குதலின்படி எதிர்பார்க்-கப்பட்ட முடிவு (%)
நிறமுடைய உருண்டை	CS/cs	பெற்றோர் சேர்க்கை	96.4	50
நிறமற்றுச் சுருங்கியவை	CS/cs	பெற்றோர் சேர்க்கை		
நிறமற்ற உருண்டை	CS/cs	மறு சேர்க்கை	3.6	50
நிறமுடைய சுருங்கியவை	CS/cs	மறு சேர்க்கை		

முதல் இரு வகைகளும் பெற்றோர்களின் பண்புகளாகும். எனவே, அவை பெற்றோர் சேர்க்கை வகைகள் (parental types) எனப்படும். பெற்றோர் சேர்க்கை வகைகள் மிக அதிகமாகக் காணப்பட்டன. இதிலிருந்து இவ்விரண்டு இரட்டை ஜீன்களும் (C.S மற்றும் C-S) சார்பின்றி ஒதுங்கவில்லை என்பது தெளிவு. இதற்கு C-S அல்லது C-S ஆகிய இரு ஜீன்களும் ஒரே குரோமோசோமில் அமைந்துள்ளமையே காரணமாகும். தொகுப்புக் கொள்கையின்படி (linkage theory) ஒரே குரோமோசோமில் அமைந்த ஜீன்கள் இணைந்திருக்கும். தொகுப்பு முழுமையாக இருந்திருக்குமேயானால் (complete linkage) பெற்றோர் சேர்க்கை வகைகள் மட்டுமே தோன்றியிருக்க முடியும். ஆனால் ஆய்வுக் கலவியில் மறுசேர்க்கை வகைகளும் தோன்றியுள்ளன. அதாவது ஈரிரட்டை ஜீன்கள் (C-S, C-S) 96.4%இல் மட்டும் இணைந்தும், எஞ்சியுள்ள 3.6%இல் பிரிந்தும் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு புதிய சேர்க்கை வகைகள் தோன்றுவதற்கு, ஒத்த குரோமோசோம்களுக்கு இடையே சிறு பகுதிகளில் இடமாற்றம் விளைவதே காரணமாகும். அச்சிறு பகுதிகளில் உள்ள ஜீன்களும் இடமாற்றம் அடைவதால் மறு சேர்க்கைப் பண்புகள் தோன்றுகின்றன. இதனைக் குறுக்கெதிர் மாற்றம் (crossing over) என்பர்.



ஜீன் ஆக்கம்
நிறமுடைய உருண்டை விதைகள் CS/CS
நிறமற்ற சுருங்கிய விதைகள் CS/CS
குரோமோசோம்
CS
CS
இணைவிச்சேர்க்கை
முதலாம் சந்ததி (F_1)
நிறமுடைய உருண்டை CS/CS
சோதனைக் கலவி
F_1 நிறமுடைய உருண்டை × நிறமற்ற சுருங்கிய பெற்றோர்
பெற்றோர் சேர்க்கை வகைகள் 96.4%
குறுக்கெதிர் மாற்றம்
குறுக்கெதிர் மாற்ற வகைகள் 3.6%

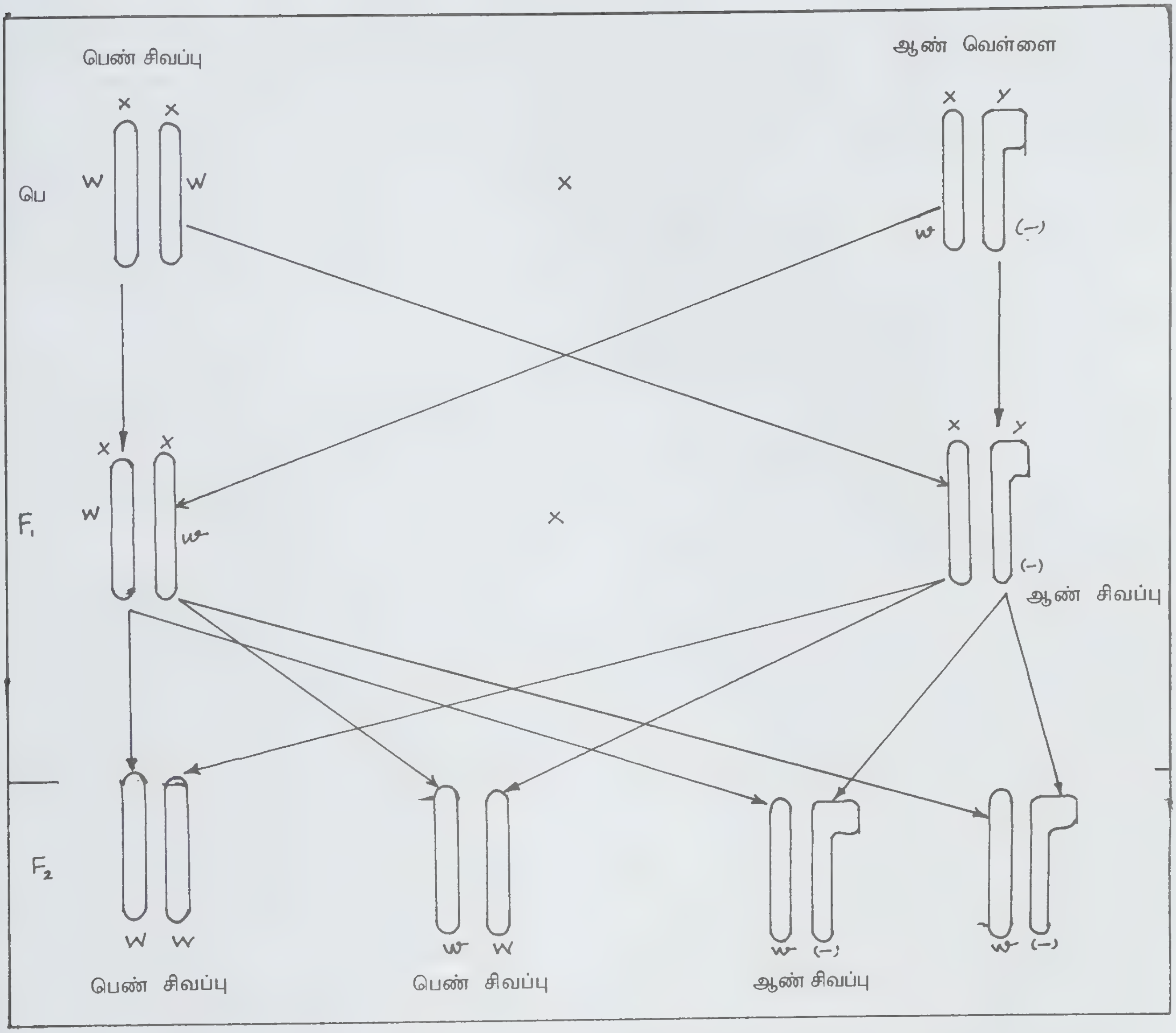
பெண் இணைவி \ ஆண் இணைவி	(C S)		எண்ணிக்கை
(C S)	(c S) (C S)	நிறமுடைய உருண்டை	1/4
(C S)	(C S) (c S)	நிறமற்ற சுருங்கியது	1/4
(C S)	(c S) (c S)	நிறமுடைய சுருங்கியது	1/4
(C S)	(c S) (C S)	நிறமற்ற உருண்டை	1/4
பெற்றோர் புறத்தோற்றம்			

குறுக்கெதிர் மாற்றம் சில செல்களில் மட்டும் (3.6%) குரோமோசோமில் 'C' க்கும் 'S' க்கும் இடைப்பட்ட பகுதியில் நடைபெறுகிறது. எனவே, (C-s), (c-S) எனும் மறுசேர்க்கைகள் உண்டாகின்றன. இதனால்தான் இரு மறுசேர்க்கை வகைகள் தோன்றுகின்றன. எஞ்சியுள்ளவை (96.4%) தொகுப்பின் காரணமாகப் பெற்றோர் சேர்க்கைப் பண்புகளைப் பெறுகின்றன.

பாலினத் தொகுப்புப் பண்புகள் (linked characters). ஒரு சில பண்புகள் ஒரு பாலினத்தை விட மற்றொரு பாலினத்தில் மிகுந்து காணப்படுவதுண்டு. இவை பாலினத் தொகுப்புப் பண்புகள் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக மனிதர்களிடையே ஒரு சிலருக்குப் பச்சை நிறம் சிவப்பாகவும், சிவப்பு நிறம் பச்சையாகவும் தோன்றும். இதனை நிறக்குருடு (colour blindness) என்பர். இக்குறைபாடு பெண்களைவிட ஆண்களிடம் மிகுதி. இதற்குக் காரணம் இத்தகைய பண்புகளுக்குக் காரணமான ஜீன்கள், பாலின வேறுபாட்டை அறுதியிடும் பாலினக் குரோமோசோம்களில் (sex chromosomes) அமைந்துள்ள மையேயாகும்.

பெண் பாலினத்தில் இரண்டு பாலினக் குரோமோசோம்களும் ஒத்தவையாக இருக்கும். அவை X குரோமோசோம்கள் எனப்படும். பெண்பாலினத்தை XX எனக் குறிப்பிடலாம். ஆண் பாலின இருபால் குரோமோசோம்கள் அளவிலும் உருவத்திலும் வேறுபட்டவை. இவை X குரோமோசோம் எனப்படும். எளிதாக ஆண்பாலினை XY எனக் குறிக்கலாம். வேறுபட்டிருக்கும் காரணத்தினால் Y குரோமோசோம்களில் காணப்படும் ஜீன்களின் அல்லீல்களை Yகுரோமோசோமில் காணப்படா இதனை ஓர் எடுத்துக்காட்டின் முலம் எளிதாக விளக்க முடியும். பழ ஈக்களின் (*Drosophila melanogaster*) கண்ணின் இயல்பான நிறம் சிவப்பு; அது வெள்ளை நிறக் கண்ணின் மேல் ஓங்கு தன்மை கொண்டது. எனவே சிவப்பு நிறத்திற்குரிய ஜீனை W எனும் குறியீட்டாலும் வெள்ளை நிறத்திற்குரிய ஜீனை w எனும் குறியீட்டாலும் குறிப்பிடலாம்.

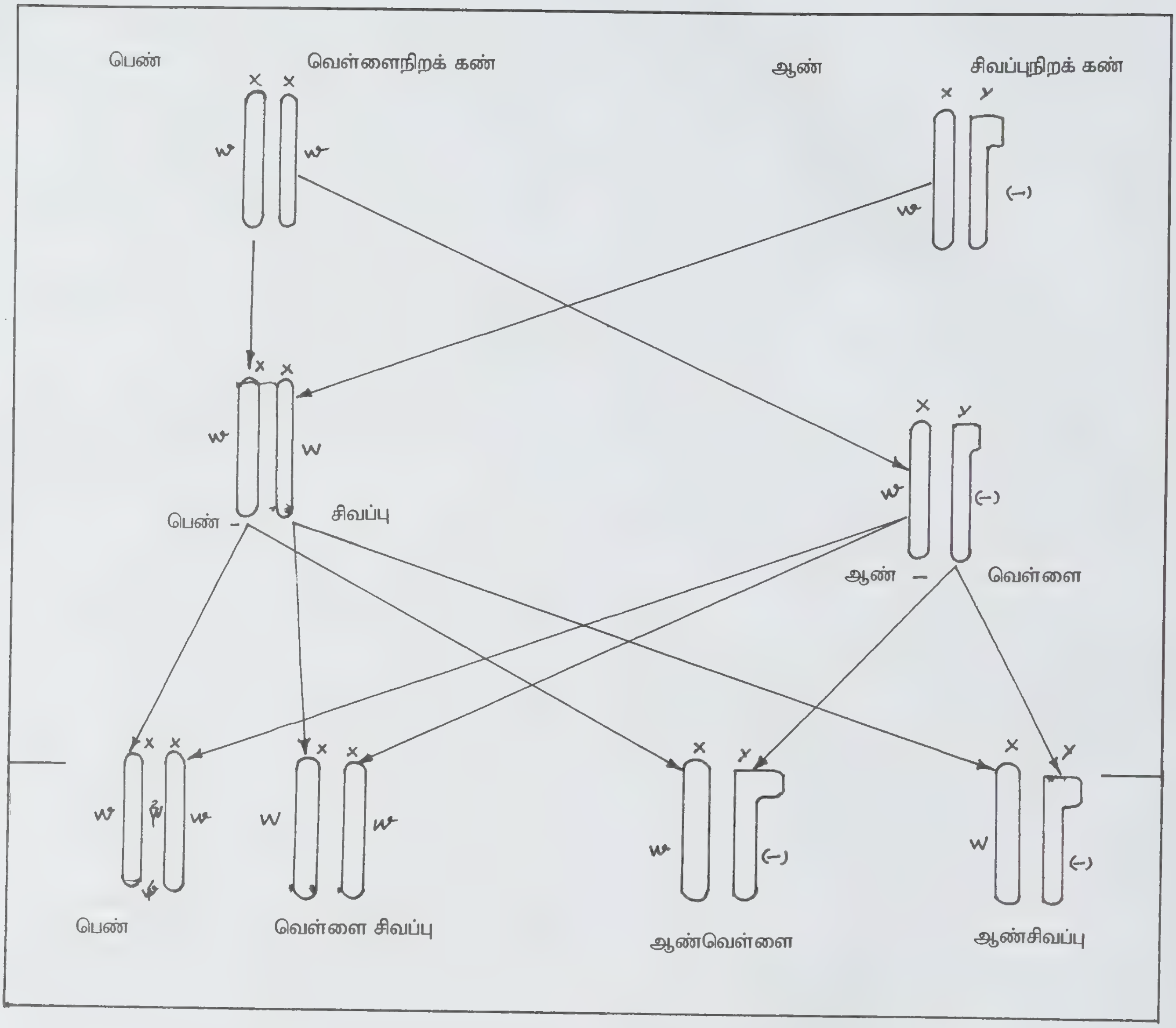
சிவப்பு நிறக் கண்கள் கொண்ட ஒரு பெண் ஈயினை வெள்ளை நிறக்கண்கள் கொண்ட ஆண் ஈயுடன் கலக்காவிட்டால் சிவப்பு நிறத்தின் ஓங்குதன்மை காரணமாக முதலாம் சந்ததியில் ஆண் பெண் அனைத்தும் சிவப்பு நிறமே பெற்றிருக்கும். இவ்வடிப்படையில் பெண் ஈயில் சிவப்பு நிறத்திற்குரிய ஓங்கு தன்மையான ஜீன் (W) இரண்டு X குரோமோசோம்களிலும் அமைந்திருக்கும். [X_w X_w] ஆனால் ஆணில் வெள்ளை நிறத்திற்குரிய ஜீன் ஒரு X குரோமோசோமில் மட்டுமே காணப்படும். Y குரோமோசோமின் வேறுபட்ட அமைப்புக் காரணமாக அதில் காணப்படாது (Xw Y(-)) F1 ஆண்கள் தாயிடமிருந்து X குரோமோசோமையும் W ஜீன் கொண்டது தந்தையிடமிருந்து Y குரோமோசோமையும் பெறுகின்றன. எனவே, அவை சிவப்பு நிறம் பெற்றன.



பெண் சிவப்பு நிறக் கண், ஆண் வெள்ளை நிறக் கண்

வெள்ளை நிறக் கண்கள் கொண்ட பெண் ஈயினைச் சிறப்பு நிறக் கண்கள் கொண்ட ஆண் ஈயுடன் கலக்கவிட்டால் F1 சந்ததியில் பெண் ஈக்கள் சிவப்பு நிறம் (ஜீன் ஆக்கம் W_w) பெற்றும், ஆண் ஈக்கள் வெள்ளை நிறம் பெற்றும் (ஜீன் ஆக்கம் (-) காணப்படும். இதே போன்று F_2 சந்ததியிலும் மாறுபட்ட முடிவுகள் கிடைக்கும்.

ஆண் பெண் ஈக்கள் சரிபாதி சிவப்பு நிறமும் சரிபாதி வெள்ளை நிறமும் பெற்றிருக்கும். அதாவது F_1 சந்ததியில் பெண்கள் தந்தையின் பண்பையும் (சிவப்புக் கண்கள்) ஆண்கள் தாயின் பண்பையும் (வெள்ளைக் கண்கள்) பெற்றிருக்கும். இதனைக் குறுக்கு மறுக்குப் பாராம்பரியம் (criss - cross intneritance) என்பர். இதற்குப் பாலினக் குரோமோசோம்கள் பெறப்படும் முறையே காரணமாகும். அதாவது பெண்கள் தங்கள் XX குரோமோசோம்களில் ஒன்றைத் தந்தையிடமிருந்தும் மற்றதைத் தாயிடமிருந்தும் பெறுகின்றனர். ஆனால் ஆண்கள் தம் Y குரோமோசோமைத் தாயிடமிருந்து மட்டுமே பெறுகின்றனர். மேலும் ஆண்களில் ஒரு X குரோமோசோம் மட்டும் உள்ளமையால் அந்த X குரோமோசோமில் உள்ள ஒரு ஜீனின் பண்பே (ஓங்கு தன்மை அல்லது ஒடுங்கு தன்மை) வெளிப்படும்.



இதன் காரணமாகவே ஆண்களில் முன்னர் குறிப்பிட்டுள்ளமை போல் சில பண்புகள் மிகுதியும் வெளிப்படுகின்றன. மாற்றுக் கலவியில் (reciprocal cross) மாறுபட்ட முடிவுகள் F_1 மற்றும் F_2 வில் வெளிப்படுதல் பாலினத் தொகுப்புப் பண்புகளின் சிறப்பாகும். இதிலிருந்து சேய்களின் பாலினத் தன்மைக்குத் தந்தையே காரணமாகிறார் என்பது தெளிவாகிறது.

- ஜி.இளங்கோவன்

துணைநூல். G.W.Burns, *The Science of Genetics,* Collier Macmillan Ltd, London, 1976; L.L. Mays, *Genetics,* Macmillan Ltd, London, 1981.

தொகுப்புச் சமன்பாடுகள்

நெடுங்காலமாகவே சார்புச் சமன்பாடுகள் கணிதத்துறை வல்லுநர்களின் கவனத்தை மிகவும் ஈர்த்து வந்துள்ளன. அண்மைக் காலத்தில் அக்கவனம் ஒருங்கிணைந்து சார்புச் சமன்பாடுகளின் ஒரு சிறப்புப்பகுதியான தொகுப்புச் சமன்பாடுகளின் ஆராய்ச்சிக்கு வித்திட்டது. எந்த ஒரு சமன்பாட்டில் தொகுப்புக் குறிக்குக் கீழமைந்த சார்பு, தீர்மானிக்கப்பட வேண்டியதாக விளங்குகிறதோ அச்சமன் பாட்டினைத் தொகுப்புச் சமன்பாடு எனலாம்.

கீழ்வரும் வகைக் கெழுச் சமன்பாட்டினைக் காணலாம்.

$$\frac{dy}{dx} = f(x,y)\, y\,(x_0) = y_0$$

x - ஐக் குறித்துத் தொகை கண்டால்

$$y = y_0 + \int_{x_0}^{x} f\,(x,\,y)dx \;-\; \text{I}$$ எனவரும்.

y - வரம்பு y_o முதல் y வரை 2) x_o y_o -

x -வரம்பு x_o முதல் x வரை மதிப்பு அறியப்பட்டவை.

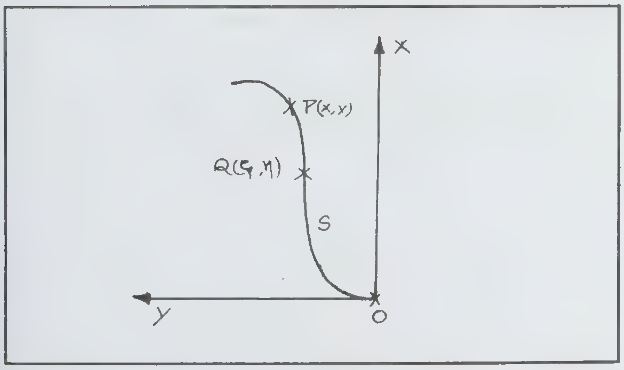
இச்சமன்பாட்டில் தொகைக் குறிக்குக் கீழமைந்த f (x, y) எனும் சார்புப் பலனில் y என்பது தீர்மானிக்கப்பட வேண்டியுள்ளமையால், சமன்பாடு (I) தொகுப்புச் சமன்பாடு எனப்படும்.

தோன்றும் சாத்தியக்கூறுகள். சில வினாக்களுக்குத் தீர்வு காணும்போது இத்தகைய தொகுப்புச் சமன்பாடுகள் இயற்கையாகவே உருவாகிவிடும் சாத்தியக் கூறுகளைக் காணலாம்.

ஏபெல் தீர்வு காண்வினா. செங்குத்துத் தளத்தில் ஒரு தொடர்ச்சியான வளைகோட்டை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

P - எனும் புள்ளியிலிருந்து ஒரு துகள் அமைதி

நிலையினின்று புறப்பட்டுப் புவியின் புவியீர்ப்பு



ஆற்றலுக்குட்பட்டு 0 - என்னும் புள்ளியை அணுகும் காலம் T என்பதைக் கணிக்க முற்படும்போது கீழ்வரும் தொகுப்புச் சமன்பாடு உருவாகிறது.

$$T = -\int_{P}^{0} \frac{ds}{\sqrt{2g\,(x-\xi)}} = +\int_{0}^{P} \frac{ds}{\sqrt{2g\,(x-\xi)}}$$

படத்தில் கண்டுள்ளபடி x, y அச்சுகளை அமைத்து p(x, y) எனவும் p க்கு மிக அருகிலமைந்த புள்ளியை எனவும் கொண்டால், Q எனும் துகளின் வேகம் $\frac{ds}{dt} = -\sqrt{2g(x-\xi)}$

$$t = -\int_{P}^{Q} \frac{ds}{\sqrt{2g\,(x-\xi)}}$$ எனவே

இதுவே P எனும் புள்ளியிலிருந்து Q க்கு வந்து சேர ஆகும் காலம். எனவே P இல் தொடங்கி O எனும் புள்ளியை நெருங்க ஆகும் (கீழிறங்கும்) கூடுதல் காலம்.

$$T = -\int_{P}^{Q} \frac{ds}{\sqrt{2g\,(x-\xi)}} = \int_{0}^{P} \frac{ds}{\sqrt{2g\,(x-\xi)}}$$

இதில் op எனும் வளைவின் சமன்பாடு கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், s = u (ξ) என்னும் அமைப்பில் அதனை உருவகப்படுத்தலாம். எனவே $T = \int_{0}^{P} \frac{u(\xi)d\xi}{\sqrt{2g(x-\xi)}}$

இதில் T = f (x), f (x), மதிப்புக் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் u(x) என்பது தீர்மானி க்கப்படவேண்டியதாயுள்ளது. எனவே

$$T = f\,(x) = \int_{0}^{x} \frac{u(\xi)d\xi}{\sqrt{2g\,(x-\xi)}}$$ இதில் u (ξ) என்பது தொகைக் குறிக்குக் கீழ் வரும் தீர்மானிக்கப்பட வேண்டிய (II) சார்பு ஆகும். எனவே சமன்பாடு (II) தொகுப்புச் சமன்பாடு ஆகும்.

f(x) எனும் சார்பு பலனின் மதிப்பிற்கேற்ப u(x) எனும் சார்புப் பலனைக் கண்டறிய முடியும். எனவே எனும் சமன்பாட்டின் துணைகொண்டு வளைகோட்டின் சமன்பாட்டைக் காண முடியும்.

இவ்வாறு கீழிறங்கும் காலத்தை இலக்காகக் கொண்டு அதற்கேற்ப வளைகோட்டின் சமன்பாட்டை அறியும் வினாவினை ஏபல் எனும் கணிதமேதை தோற்றுவித் தமையால் இது ஏபலின் தீர்வு காண் வினா எனப்படும்.

ஒருபடித் தொகுப்புச் சமன்பாடுகள். தீர்மானிக்கப் பட வேண்டிய சார்பு ஒருபடித் தன்மை உடைத்தாயின் அச்சார்பு உள்ளிட்ட தொகுப்புச் சமன்பாடுகள் ஒருபடித் தொகுப்புச் சமன்பாடுகள் எனும் சிறப்புப் பெயர் பெறும். இத்தகைய தொகுப்புச் சமன்பாடுகளே அறிவியல் துறைகளில் மிகுதியாகப் பயன்படத்தக்கவை.

வழக்கத்தில் அடிக்கடி கையாளப்படும் ஒருபடித் தொகுப்புச் சமன்பாடுகள், மரபின் வழியே இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படும்.

முதலாவதாக $\alpha(x)\, y(x) = F(x) + \lambda \int^{b} k(x,t) y(t) dt$ - III

எனும் அமைப்பில் வரும் பிரடாம் தொகுப்புச் சமன்பாட்டினைக் கருத்தில் கொள்ளலாம். இங்கு $y(x)$ எனும் சார்பு தீர்மானிக்கப்பட வேண்டிய சார்பு ஆகும்; (x), $F(x)$ $K(x,t)$ எனும் சார்புகள், t, a, h ஆகிய மாறிலிகள் இவற்றின் மதிப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளன எனக் கொள்ளலாம். x தொடர் மாறும் உறுப்பு t துணைமாறும் உறுப்பு $k(x,t)$ எனும் சார்பு கர்னல் எனப் பெயர் பெறும். மேற்காணும் சமன்பாட்டில் கண்டுள்ள தொகைக்கெழு மேல் எல்லை மட்டும் மாறிலியாக அமையாது. மாறும் அமைப்பைக் கொண்டிருப்பின்,

அதாவது $\alpha(x)\, y(x) = F(x) + \lambda \int^{x} K(x,t) y(t)$ - IV என்ற

அமைப்பில் இருப்பின் அச்சமன்பாடு வோல்ட்ரா சமன்பாடு எனப் பெயர் பெறும்.

λ எனும் பரமிதி அது மாறிலி என்பதால், சில சமன்பாடுகளில் $k(x,t)$ எனும், கர்னலுள் இணைக்கப் படுவதுமுண்டு.

இப்போது $\alpha = 0$ என்பது சுழிக்குச் சர்வசமமாகா தபோது) எனவாகும்போது, $y(t)$ எனும் தீர்மானிக்கப்பட வேண்டிய சார்பு வலப்புறத்தில் தொகைக் குறிக்குக் கீழேயும், இடப்புறத்திலும் காணப்படுகிறது. (சமன்பாடுகள் III,IV ஆகியவற்றைக் காணலாம்). ஆனால் $\alpha = 0$ எனவாகும்போது y (t) வலப்புறத்தில் மட்டும் தொகைக் குறிக்குக் கீழ் காணப்படுகிறது. இச்சமன்பாட்டிற்கு முதல்வகைத் தொகுப்புச் சமன்பாடு எனப்பெயர். மேலும் $\alpha = 1$ எனவாகும்போது அச்சமன்பாடு இரண்டாம் வகைத் தொகுப்புச் சமன்பாடு எனப்பெயர் பெறும்.

மேலும் α என்பது மாறிலியாக அல்லாது x ஐச் சார்ந்தே மதிப்புக் கொடுக்கப்பட்ட சார்பாக அமையுமானால் (அதாவது α (x) என்னும் அமைப்பில் இருப்பின்) அது மூன்றாம் வகைத் தொகுப்புச் சமன்பாடு என்று பாகுபடுத்தப்படும். சில வரையறைக்குட்பட்டுக் கொடுக்கப்பட்ட வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டினைத் தொகுப்புச் சமன்பாடாகவும், தொகுப்புச் சமன்பாட்டினை அதற்குரிய வகைக்கெழுச் சமன்பாடாகவும் மாற்ற இயலும்.

$\frac{d^2y}{dx^2} + y = 0;\ x = 0, y = 0,\ y^1 = 1, y^{11} = 0$ - V என்னும்

வகைச் கெழுச் சமன்பாடும்.

$y(x) = x + \int_0^x (t-x)\, y(t)\, dt$ VI தொகுப்புச்

சமன்பாடும் y = Sin x என்னும் தீர்வை உடைய சமன் பாடுகளே என்பது தெளிவு.

சரிபார்த்தல். $\frac{d^2y}{dx^2} + y = 0$ இதன் பொதுத்தீர்வு

$$y = A\cos x + B\sin x$$

ஆனால் x = o, y=o என்பதால் A = o எனவே y = B sin1 x y1 = B cos x ஆனால் $y^1(o) = 1$ என்பதால் $y^{11}(o) = o$ B = 1 எனவாகிறது.

எனவே y = sin x என்பது சிறப்புத் தீர்வாகும்.

இப்போது $y(x) = x + \int_0^x (t-x)\, y(t) dt$ என்பதைக்

காணலாம். இதில், y (t) = sin t எனக் கொள்ளும் போது, வலப்பக்கம்

$$x + \int_0^x (t-x) \sin t\, dt$$

$$= x + \int_0^x t \sin t\, dt - x \int_0^x \sin t\, dt$$

$$= x + \left[t(-\cos t)\right]_0^x - \int_0^x (-\cos t) dt - x(-\cos t)_0^x$$

$$= x + (-x\cos x) - 0 + \int_0^x \cos t\, dt + x(\cos x - 1)$$

$$= x - x + (\sin t)_0^x = \sin x$$

எனவே y (x) = sin x என்பது சிறப்புத் தீர்வு என்பது சரிபார்க்கப்பட்டுவிட்டது.

-என்.பீ. கோபாலன்

தொகுமுறை வகுத்தல்

படி n உடைய $a_0 \# 0$ என்னும் நிபந்தனைக்குட்பட்ட $a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \ldots\ldots\ldots + a_n$ என்னும் அடுக்குக்கோவையை (polynomial) இதைவிடக் குறைவான படி உடைய (x-a அமைப்புடைய) அடுக்குக் கோவையைக் கொண்டு வகுக்கப் பயன்படும் எளிய முறைக்குத் தொகுமுறை வகுத்தல் (synthetic division) என்று பெயர். மீதித் தேற்றத்தின் அடிப்படையில் இது குணகங்களைப் பிரிக்கும் முறை (detached coefficients method) எனவும் குறிக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக $2x^3 - 7x^2 + 11$ஐ (x - 3) ஆல் வகுக்க வேண்டுமெனில் வகுபடும் (dividend) அடுக்குக் கோவையின் x இன் குணகங்களை xஇன் படி வரிசையாக எழுத வேண்டும். x இன் படியில் ஓர் உறுப்புக் குறைந்தால் அவ்வுறுப்பிற்குரிய இடத்தில் சுழியைச் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். (x-3) என்பதில் மாறிலி -3 இன் குறியை மாற்றி +3 என எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

2	-7	0	11	3
	6	-3	-9	
2	-1	-3	2	

x^3 இன் குணகமாகிய 2ஐ அவ்வாறே எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்; பின்னர் அத்துடன் 3ஐப் பெருக்கி வரும் விடையை அடுத்த குணகமாகிய -7 உடன் கூட்ட வேண்டும். இப்போது -1 கிடைக்கிறது. இந்த -1ஐ, 3 உடன் பெருக்கி வரும் அடுத்த குணகத்துடன் (0) கூட்ட வேண்டும். இப்போது -3 கிடைக்கிறது. இந்த -3ஐ, 3 உடன் பெருக்கி வரும் விடையை அடுத்த குணகத்துடன் (11) கூட்ட வேண்டும். இப்போது 2 கிடைக்கிறது. இவ்வகுத்தலில் கிடைக்கும் விடை $2x^2 - x - 3$; மீதி 2 ஆகும்.

இம்முறையில் கிடைக்கும் விடையைப் பின்வரும் வகுத்தல் முறையில் சரிபார்க்க வேண்டும்.

$$
\begin{array}{r|l}
x-3 & 2x^3 - 7x^2 + ox + 1 \\
 & \underline{2x^3 - 6x^2} \\
 & \quad -x^2 + ox \\
 & \quad \underline{-x^2 + 3x} \\
 & \qquad -3x + 11 \\
 & \qquad \underline{-3x + 9} \\
 & \qquad 2 \ (= \text{மீதி})
\end{array}
$$

–பெ. துரைசாமி

தொகை

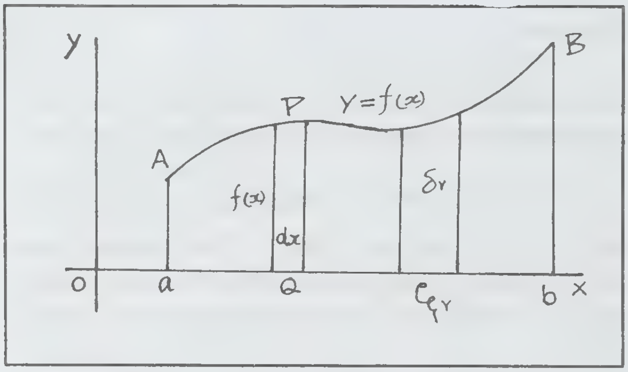
நுண் கணிதத்தில் (calculus), எந்தச் சார்பு f (x) க்கும் வகைக்கெழுச் சார்பு (derivative) $f^1(x)$ ஆகும். அதாவது $\frac{d}{dx}\left[f(x) \right] = f^1(x)$ என உள்ளது. மறுதலையாக $f^1(x)$ என்னும் ஏதோனுமொரு சார்பு கொடுக்கப்பட்டால் அதற்குத் தகுந்த முன் சார்பு (primitive) f (x) எனலாம். இந்த முன் சார்புக்குத் தொகை (integral) எனப்பெயர். இது

$$\int f^1(x)\, dx = f(x)$$

எனக் குறிக்கப்படுகிறது. அடிப்படையான சில சார்புகளுக்கு வகைக் கெழுப் பட்டியலும், தொகைப் பட்டியலும் பின்வருமாறு கொடுக்கப் பட்டிருக்கும்.

வகைக்கெழுப்பட்டியல்	தொகைப்பட்டியல்
1. $\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$	(1) $\int x^n\, dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$
2. $\frac{d}{dx}(\sin x) = \cos x$	(2) $\int \cos x\, dx = \sin x + c$
3. $\frac{d}{dx}(\cos x) = -\sin x$	(3) $\int \sin x\, dx = -\cos x + c$
4. $\frac{d}{dx}(e^x) = -e^x$	(4) $\int e^x\, dx = e^x + c$
5. $\frac{d}{dx}(\log x) = \frac{1}{x}$	(5) $\int \frac{1}{x}\, dx = \log x + c$

தொகையில் C என்பது மாறிலியாகும். மேலும் தொகைக்கு மற்றொரு பொருளும் உள்ளது. $\int_a^b f(x)\, dx = F(b) - F(a)$ இதில் F(x) என்பது f(x) இன் முன் சார்பு என உள்ளது. $\int_a^b f(x)dx$ க்கு வரையறுத்த தொகை (definite integral) எனப் பெயர்.



இதன் மதிப்பு, y = f(x) என்னும் வளைவரையின் கீழ், 'a' இலிருந்து 'b' வரை உள்ள பரப்புக்குச் சமம் என நிறுவப்பட்டுள்ளது. மேலும், இப்பரப்பு PQ போன்ற எண்ணற்ற மெல்லிய செவ்வகத் துண்டுகளின் கூட்டு எல்லை என்பதால் $\int_a^b f(x)\,dx$ என்பது ஒரு முடிவற்ற கூட்டலின் எல்லை (limit of an infinite summation) எனப்படுகிறது. இதன் அடிப்படையில் ரீமான் என்னும் கணித அறிஞர்

$$\int_a^b f(x)\,dx = {}_{n\to\infty} \sum_{r=1}^{n} \int(\xi_r)dr$$

என வரையறுத்துள்ளார். இதில் என்பது [a, b] இன் பிரிவினையில் r - ஆம் பகுதியாகும்; மேலும் என்பது இப்பகுதியில் ஏதேனுமொரு புள்ளியாகும். இவ்வரைய:றையில் தொகைக்குக் கூட்டல் (summation) என்னும் பொருள் உள்ளது. இவ்வடிப்படையில்தான் தொகைக்கு (நீட்டப்பட்ட s (lengthened S) என்னும் காரணக் குறியீடு உள்ளது.

- எல். இராசகோபாலன்

தொகை உருமாற்றம்

அறிவியலின் இக்கால வளர்ச்சிக்குக் கணிதத்தின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. தூய கணிதத்தின் சில அருவமான கொள்கைகளும், பயனுறு கணிதத்தின் அனைத்துக் கொள்கைகளும் இவ்வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையாக விளங்குகின்றன. இத்தகைய கொள்கைகளுள் உருமாற்றம் என்பதும் ஒன்றாகும்.

ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொரு வடிவத்துக்கோ ஒரு கோவையிலிருந்து மற்றொரு கோவைக்கோ செலுத்துகின்ற செயல்முறையே உருமாற்றம் என்பதாகும். V, W என்பவை F என்னும் களத்தின் மீதமைந்த திசையன் வெளிகள் மற்றும் T என்பது Vஇலிருந்து Wக்கு வரையறுக்கப்பட்ட ஓர் உருமாற்றம் எனலாம். a. b. $\in$ f மற்றும் u. v $\in$ V எனலாம்.

T(au + bv) = a T(u) + b T(v) என்ற நிபந்தனை உண்மையில் T என்பது நேரிய உருமாற்றம் எனப்படும்.

நேரிய உருமாற்றங்களின் ஒரு சிறப்பான பிரிவான, தொகை உருமாற்றங்களின் வரையறை மற்றும் அவற்றின் வகைகள் பற்றிக் காணலாம். G(p, t) என்பது p, t ஆகிய இரண்டு மாறிகளின் ஏதேனும் ஒரு சார்பு எனலாம். p என்பது t ஐச் சாராத துணை மாறி.

$$T\{F(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} G(p,t)F(t)dt$$

என்பது f(t) இன் தொகை உருமாற்றம் ஆகும். இவ்வுருமாற்றத்தின் உட்கரு G(p, t) ஆகும். T{f(t)} இன் மதிப்பு இறுதியில் p சார்பாக விளங்குமாதலால் அதனை f(p) எனவும் குறிப்பிடுவர்.

$$G(p,t) = \begin{cases} 0 & , t < 0 \text{ எனில்} \\ e^{-pt} & , t \geq 0 \text{ எனில்} \end{cases}$$

இச்சார்பு Gக்குரிய தொகை உருமாற்றம், லாப்லாஸ் உருமாற்றம் எனப்படும்.

$$T\{F(x)\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{ipx}F(x)dx$$

(0,α) இடைவெளியில் வரையறுக்கப்பட்ட சார்பான F(x) இன் ஹேங்கல் உருமாற்றமாகும். இங்கு $J_n(px)$ என்பது n வரிசை கொண்ட முதல் வகைப் பெசல் சார்பாகும். மேற்காணும் பல்வேறு வகைத் தொகை உருமாற்றங்களும் நேரிய உருமாற்றங்களாகும்.

இவ்விருமாற்றங்கள் யாவும் இயற்பியல் மற்றும் பொறியியல் துறைகளில் எழும் சிக்கல் மிகுந்த வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளை எளிய முறைகளில் தீர்த்து வைக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

-அ.ரகீம்பாட்சா

துணைநூல். V. Krishnamoorthy, V.P.Mainra and J.L. Arora, *An Introduction to Linear Algebra,* East-West press Pvt. Ltd., New Delhi, 1976.

தொகைக்குறி வகையிடல்

φ (x,t) என்பது x, t என்னும் இரண்டு மாறிகளின் (variables) சார்பு எனலாம். $a \leq x \leq b, c \leq t, \leq d$ என்னும் இடைவெளிகளில், φ (x,t) x இன் சார்பாகத் தொகை காணத் தக்கதாயும், tஇன் சார்பாக வகையிடத்தக்கதாயும் இருந்தால்

$$\frac{d}{dt}\int_a^b \varphi(x,t)\,dx = \int_a^b \frac{\partial q}{\partial t}(x,t)dx$$

என உள்ளது. இடப்புறத்தில் φ (x,t), என்னும் சார்பு முதலில் xஇன் சார்பாகத் தொகையிடப்பட்டு, பிறகு tஇன் சார்பாக வகையிடப்படுகிறது. வலப்புறத்தில் φ (x,t), முதலில் tஇன் சார்பாக வகையிடப்பட்டு, பிறகு xஇன் சார்பாகத் தொகையிடப்படுகிறது. இரண்டிலும் ஒரே பலன் கிடைக்கிறது. இதற்குத் தொகைக்குறி வகையிடல் (differentiation under the integral sign) எனப் பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, φ (x,t) = $x^2 + t^2x + 4$ எனலாம். இதில் $0 \leq x \leq 1$ மற்றும் $1 \leq t \leq 2$ எனலாம்.

- எல். இராசகோபாலன்

தொகைச் சூழலியல்

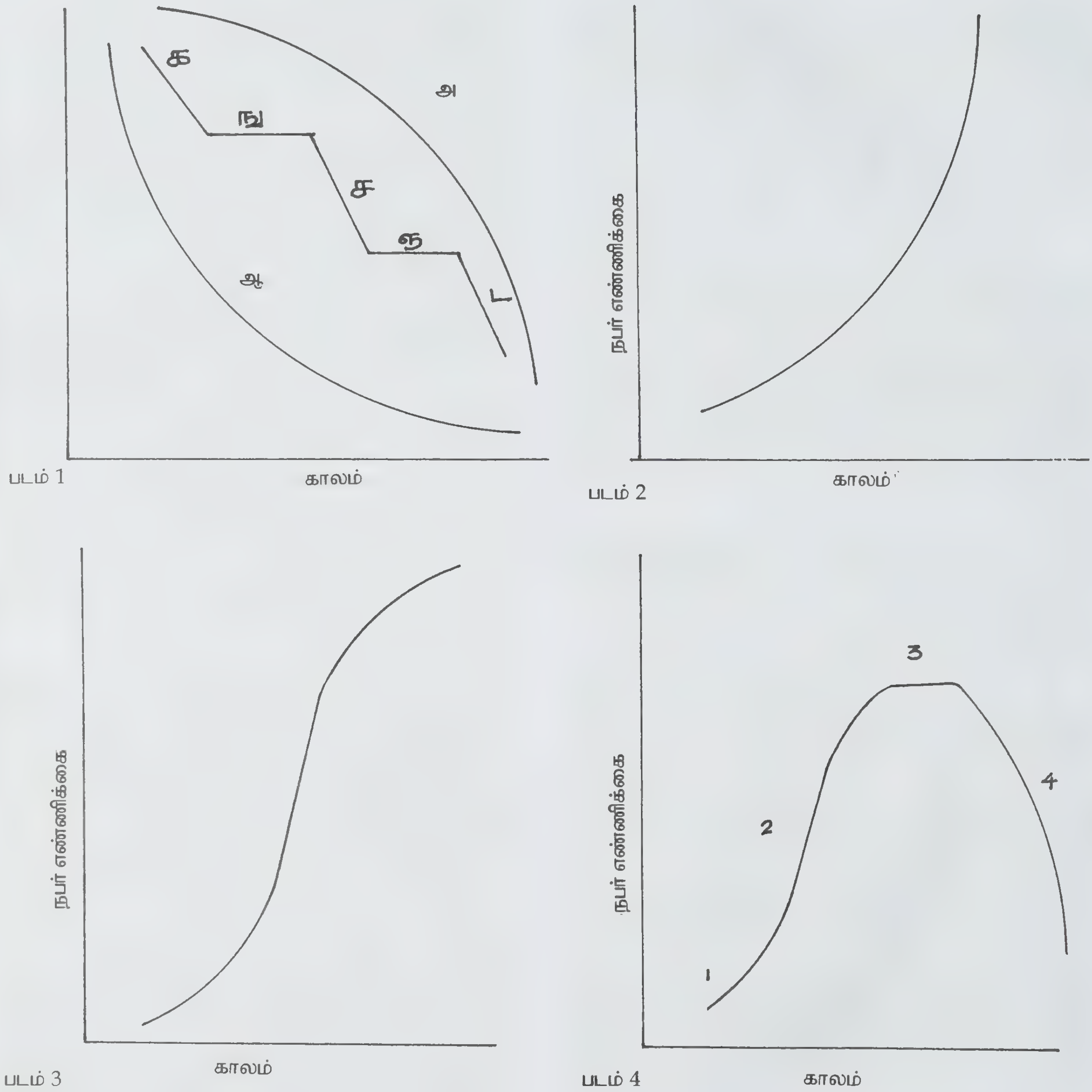
ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப் பகுதியில் வசிக்கும், ஒரே சிற்றினத்தைச் சேர்ந்தோரின் கூட்டத்தைத் தொகை (population) என்பர். இவர்களிடையே மரபுப் பரிமாற்றம் தடையின்றி நடைபெறும். பலரைக் கொண்ட தொகைக்கென்றே சில பண்புகள் உண்டு. இவை தனி ஒருவருக்கு உரியவை என்று கூற முடியாது. (எ-டு) பிறப்பு வீதம் (birth rate), இறப்பு வீதம் (death rate), வயது பரவல் (age distribution), உயிரியத்திறன் (biotic potential) வளர்ச்சி வடிவமைப்பு (growth form) முதலியன. தனி ஒருவர் என எடுத்துக்கொண்டால் பிறப்பு, இறப்பு வீதம், வயது பரவல் முதலியவை இரா. இயற்கையிலுள்ள உயிரினங்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளும்போது எத்தனை பேர் எவ்வகையினர் என்பவற்றை அறியத் தலைப்படுவதே தொகைச் சூழலியல் (population ecology) ஆகும்.

ஒரு தொகையில் காணப்படுவோரின் எண்ணிக் கையைத் தொகை அடர்த்தி (population density) என்று குறிப்பிடுவர். 100 ஏக்கர் நிலத்தில் 10 எலிகள் பயிருக்குப் பேரழிவை ஏற்படுத்தா என்பதால் சிக்கல் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் 10 ஏக்கர் நிலத்தில் ஆயிரக்கணக்கான எலிகள் என்றால் அதன் விளைச்சல் பெரிதும் தாக்கமுறும். ஒரு ஹெக்டேருக்கு 100 பறவைகள், 1 கன மி. மீட்டருக்கு 10, 000 பாக்டீரியாக்கள் எனத் தொகை அடர்த்தியைப் பல அலகுகள் மூலம் குறிப்பிடலாம். ஒரு தொகையிலுள்ளோரின் சூழலியலைப் பற்றிக் கூறும்போது, அவர்களின் உருவமைப்பு, வயது முதலியற்றைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். தொகையிலுள்ள அனைவரும் ஒத்த உருவமைப்பையும், ஒரே வயதுடைய குழுவைச் சேர்ந்தவராயிருந்தால் அத்தொகையின் சூழலியலையும் ஆய்வதில் சிக்கல் இராது. ஆனால் உயிரினங்கள் சிறியவையாக இருந்தால் அவற்றின் உயிரியல் கூட்டுப் (biomass) பற்றி ஆய்வதும் வழக்கம். இதில் சில குறைகள் உண்டு.

சூழலியலார் நடைமுறையில் கொள்ளும் சொற்களான எண்ணிலடங்கா (abundance), எங்குமிருப்பவை (common), அரிதானவை (rare) என்பவற்றைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் குறிப்பிட்ட தொகையின் அடர்த்தியைக் குறிப்பிடுவது மிக எளிதாகும். தொகைச் சூழலியலில் அடர்த்தியைச் பற்றித் தெரிந்து கொள்வது இன்றியமையாதது. கொக்கு முட்டையிடும் பருவமும், குளத்தில் மீன் அடர்த்தியும் ஒன்றோடொன்று தொடர்புடையவை. குளத்தில் எப்பருவத்தில் மீன் அடர்த்தி மிக அதிகமாக உள்ளதோ அதைப் பொறுத்துக் கொக்கு தன் குஞ்சுகளுக்கு எளிதாக உணவைத் தேடித்தர ஏற்றவாறு முட்டையிடும்.

தொகை என்பது மாறும் தன்மையைப் பெற்றதால் அதனுடைய அளவு, பண்புகளை மட்டும் தெரிந்து கொள்வதோடன்றி, அது எவ்வாறு மாறக்கூடியது என்பதைப் பற்றியும் அறிந்துகொள்ள வேண்டும். இது எந்த விகிதத்தில் மாறுகிறது என்பதும் முதன்மையானது. பிறப்பு வீதம், இறப்பு வீதம் முதலியவற்றைப் பற்றிக் கூறும்போது குறிப்பிட்ட காலத்தில் எவ்வளவு பிறக்கின்றன என்றும், இறக்கின்றன என்றும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். பிறப்பு வீதம் என்று எடுத்துக் கொண்டால், குறிப்பிட்ட காலத்தில் எவ்வளவு புதியவை பிறக்கின்றன, முளைக்கின்றன, குஞ்சுப் பொரிக்கின்றன, பிரிகின்றன என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை.

பிறப்பு வீதம் என்று குறிப்பிடும்போது கூடுதல் அல்லது பூச்சியம் என்னும் நிலைகள் இருக்குமேயன்றிக் குறைதல் என்னும் நிலை இராது. இதற்குப் பிறப்பும், இறப்பும், இடப்பெயர்ச்சியும் காரணமாகலாம். தொகையின் உச்சப் பிறப்பு வீதம் (maximum birth rate) என்று குறிப்பிடும்போது, ஏற்ற சூழ்நிலையில் அத்தொகை எத்தனை பிறப்பு வீதத்தைக் கொண்டுள்ளதோ, அதைக் குறிக்கும். இத்தகைய சூழலில் இனப்பெருக்கம் உச்ச நிலையில் காணப்படும்.



1.தொகைச் சூழலியல் வரைபடம் 2. குழி வரைபடம் (J) 3. சிக்மா வரைபடம் (S)
4. மணி வடிவ வரைபடம்

தொகையின் இறப்பு வீதம் என்பது குறிப்பிட்ட காலக் கட்டத்தில் எவ்வளவு இறக்கின்றன என்பதாகும். சூழ்நிலை இறப்பு வீதம் என்பது குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் எவ்வளவு இறக்கின்றன என்று கணக்கிடுவதேயாகும். இது தொகைக்குத் தொகை, சூழ்நிலைக்குச் சூழ்நிலை வேறுபடும். இறப்பு வீதம் பின்வருமாறு மூவகைப்படும்.

தீவிரக் குவி வளைகோடு (highly convex curve). பொதுவாகக் கால்நடைத் தொகையில் இவ்வகையைக் காணலாம். தொகையின் தொடக்க நிலையில் இறப்பு வீதம் குறைவாக இருந்து பிறகு விரைவான நிலைக்கு வரும். பெரிய விலங்கு மற்றும் மனிதத் தொகை இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும்.

தீவிரக் குழி வளைகோடு (highly concave curve). இங்கு இறப்பு வீதம் தொடக்க நிலையில் மிக அதிகமாகக் காணப்படும்; பிறகு அது சமநிலையை அடையும். (எ-டு) மீன், பெரிய மர இனத் தொகைகள். மரத் தொகையில் விதைகள் முளைத்து, நாற்று நிலையில் பெரும் எண்ணிக்கையில் மடிந்து ஒரு சில மரங்களே முதிரும்.

மாடிப்படி வளை கோடு (stair step curve). இங்கு உயிரினத்தின் வாழ்க்கைச் சூழலில் பல துணை நிலைகள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பூச்சிகளின் வாழ்க்கைச் சூழலைக் கொள்ளலாம். இவற்றின் வாழ்க்கைச் சூழலில் உருமாற்றம் (metamorphosis) நடைபெறும். அதாவது முட்டை, புழு, கூட்டுப்புழு, பூச்சிப் பருவங்கள் உருமாற்றங்களாகும். இவற்றில் முட்டை(க) புழு, கூட்டுப்புழுத் தொடக்க நிலை(ச) மற்றும் பூச்சி (ட) முதலிய பருவங்களில் இறப்பு வீதம் மிகுதியாகவும், புழு (ங) கூட்டுப்புழுப் (ஞ) பருவத்தில் இறப்பு வீதம் மிகக் குறைவாகவும் இருக்கும். இதனால் இவ்வளைகோடு மாடிப்படிகள் போல் அமைந்திருக்கும்.

ஒரு தொகையின் இறப்பு வீதம் அதன் அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறலாம். அடர்த்தி மிகுந்தால் உயிரோடிருக்கும் எண்ணிக்கை குறையத் தொடங்கும். அதற்குக் காரணம் அச்சூழலில் வாழ்க்கைப் போராட்டங்கள் மிகுதியாக நிகழ்வதாகும். தொகைச் சூழலியலின் மற்றொரு பண்பு, 'தொகை வயது பரவல்' ஆகும். ஒரு தொகையில் காணப்படும் வயது பரவலே, அத்தொகையின் இனப்பெருக்க நிலையைக் குறிக்கும். எத்தொகை விரைவில் பெருகுகிறதோ அது இளையவற்றை மிகுதியாகக் கொண்டிருக்கும். இறங்கு நிலையில் உள்ள தொகையில் முதியோர் பெரும் எண்ணிக்கையில் இருப்பர். தொகையைப் பொறுத்து அதன் சூழலியல் வயது (ecological age) அடிப்படையில் இனப்பெருக்க முன் நிலை, இனப்பெருக்க நிலை, இனப்பெருக்கப் பின் நிலை எனப் பகுக்கலாம்.

உயிரினத்தின் வாழ் காலத்தில் முன் கூறிய 3 நிலைகளின் வயது கால விகிதம் வேறுபாடடைவதுண்டு. நாகரிக மனிதனின் வாழ்வில் 3 நிலைகளுமே சமமாக இருக்க, கற்கால மனிதனின் இனப்பெருக்க முன் நிலை சற்று நீண்டிருக்கும். செடிகளும் விலங்குகளும் நீண்ட இனப்பெருக்க முன் நிலையைக் கொண்டவையாகும். எடுத்துக்காட்டாகப் பூச்சிகள், வெட்டுக்கிளிகளின் இனப்பெருக்க முன் நிலை பல ஆண்டுகள் நீடிக்க, இனப்பெருக்கப் பின் நிலை, நாள் கணக்கிலேயே அமையும்; தொகை வளர்ச்சிப் போக்கை விளக்க இருவகை வரைபடங்கள் பயன்படுகின்றன. அவை 'J' வரைபடம், S வரைபடம் ஆகும். 'J' வகைத் தொகையின் பெருக்கம் தொடக்கத்திலிருந்தே மிக விரைவாக உயர்ந்து கொண்டே போகும். எடுத்துக்காட்டாக உயிரினங்களே அற்ற பகுதியில் உயிரினங்கள் புக நேர்ந்தால், அவற்றில் சந்ததிகளின் வளர்ச்சி மிக அதிக வேகத்தில் இருக்கும். இது 'J' வகையைக் குறிக்கும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லையை அடைந்தவுடன் உணவுப் பொருள் பற்றாக்குறை, இட நெருக்கடி, கழிவுப் பொருள் சேர்க்கை முதலியவை தொகை வளர்ச்சியின் வேகத்தைக் குறைக்கும். ஒரு கட்டத்தில் வரைகோடு, சமநிலையை அடைந்து வரைபடம் 'S' வடிவில் அமையும். பாக்டீரியா, ஈஸ்ட் போன்ற நுண்ணுயிரிகளின் தொகை வளர்ச்சி வரைபடம், மணி வடிவில் (bell curve) இருக்கும். இதற்குத் தாமத நிலை, மடக்கை நிலை, நிலையான நிலை, இறங்கு நிலை என 4 நிலைகள் உண்டு. ஒரு தொகையின் தொடக்க நிலையில் காணப்படும் உயிரினங்கள், அச்சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு தம்மை ஆயத்தம் செய்துகொள்ளும். இச்சமயத்தில் செல்பிரிதல், வளர்ச்சி முதலியவை நடைபெறுவதில்லை. அதனால் இதைத் தாமத நிலை (lag phase) என்பர். பிறகு செல்கள் மிக விரைவாகப் பிரியத் தொடங்கும். அதாவது 1, 2, 4, 8, 16, 32 என்று பெருகுவதால் ஒரு தலைமுறைக்கு

அடுத்த தலைமுறை இரண்டு மடங்காக அதிகரித்துக் காணப்படும். இச்சூழலில் இறப்பு என்பது இல்லை. இதனால் வரைகோடு மேல் நோக்கிச் செல்லும். இதை மடக்கை நிலை (log phase) என்று குறிப்பர். மூன்றாம் நிலையில் பிறப்பு வீதமும் இறப்பு வீதமும் சமமாக இருக்கும். அதனால் தொகை வளர்ச்சியில் மாறுதல் இல்லை. இதை நிலையான நிலை (stationary phase) என்பர். ஒரு குறிப்பிட்ட காலக் கட்டத்தைத் தாண்டியவுடன் தொகையில் உணவுப் பற்றாக்குறை, இட நெருக்கடி, கழிவுப் பொருள் அதிகரிப்பு முதலியன சூழ்நிலையைப் பாதிக்கும். இதனால் இறப்பு வீதம் அதிகரிக்க, பிறப்பு வீதம் குறைந்து கொண்டே வரும். வரைகோடும் கீழ்நோக்கிச் செல்லும். இதுவே இறங்குநிலை (decline phase) ஆகும்.

தொகையின் மாறுதல்களும் சூழல் ஊசல்களும் (cycle oscillation) சில தொகைகளின் சூழ்நிலை மாறுதல்களால் பூச்சிய நிலையை அடைந்துவிடும். பிறகு இயல் காரணிகளின் ஈடுபாட்டால் தொகை மீண்டும் பெருகத் தொடங்கும். சில பூச்சி, ஒரு பருவச் செடிகளின் தொகை வளர்ச்சி பருவ நிலையைச் சார்ந்து அமைவதால், ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்படும். இதற்கு அந்த உயிரினங்கள் கொண்டுள்ள தகவமைப்புகளே காரணமாகலாம். தொகைக் கட்டுப்பாடு என்பது பிறிதோர் இன்றியமையாக் கூறாகும். பொது இயற்கையே ஒவ்வொரு தொகையின் அளவைத் தக்க காரணிகளைக் கொண்டு நிலைப்படுத்தும். இச்சமநிலையில் மாறுதல் ஏற்பட்டால் சூழ்நிலையில் குழப்பம் தோன்றலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வயல்களில் எண்ணிக்கை எலிகளின் தொகை பெருகாமல் இருக்க அங்குள்ள பாம்புகளே காரணம் ஆகும். மனிதன் பாம்புகளைக் கொல்வதால், எலிகளின் தொகை அதிகரித்துப் பயிர் அழியும். தொகையைக் கட்டுப்படுத்தும் இயல் காரணங்கள் தட்பவெப்பம், நீரின் வேகம், மாசுப் பொருள், வேதிப் பொருள்களின் அளவு முதலியன. வேறுபட்ட இனங்களைக் கொண்ட பெருந்தொகையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவது இயற்கைத் தேர்வே (natural selection) ஆகும்.

ஒரு தொகையிலுள்ள சந்ததிகள் அவ்விடத்தை விட்டுப் பிறிதோர் இடத்தை நாடிச் சென்றால் அதைத் தொகைச் சிதறல் (population dispersal) என்று கூறுவர். இச்செயல், இனமாக்கத்தில் (speciation) இன்றியமையாதது. எவ்வாறு ஒரு தொகைக்குப் பிறப்பு வீதங்கள் முதன்மையோ அதே போன்று அத்தொகையின் வெளியேற்றமும் (emigration) உட்புகுதலும்(imigration) இன்றியமை யாதவை. வெளியேற்றமும் உட்புகுதலும் தொகையின் அளவை அறுதியிடும். தொகையிலிருந்து புதுத் தோன்றல், இனப்பெருக்க உறுப்பு, விதை, கனி இவை வெளியேறும். இதனால் தக்கவை உயிர் வாழ வழி ஏற்படுகிறது. தொகை இனப் பெருக்க வழிகள், தொகையின் எல்லையிலுள்ள துடுப்புகள் முதலியன சிதறலைக் கட்டுப்படுத்தும். சிதறல் மூலம் மரபுப் பொருள்களின் ஓட்டம் (genetic drift) நிகழ்கிறது. இதனால் தொகைச் சூழலியல், உயிரியப் புவியியல் முதலியவற்றில் சிதறல் குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சி ஆகும்.

தொகைச் சூழலியலின் மற்றொரு பண்பு ஆற்றல் ஓட்டம் (energy flow) ஆகும். ஒரு தொகையிலுள்ளவை உட்கொள்ளும் உணவு அளவு, அத்தொகை யிலுள்ளவற்றின் உருவம் சிறியதானால் எண்ணிக்கைக்கும், உருவம் பெரியதானால் படிமலர்ச்சிக்கும் ஏற்ப அமையும். தொகைச் சூழலியலில் தனித்தல் (isolation) என்பது மற்றொரு நிகழ்ச்சியாகும். தொகையிலுள்ளவற்றிடையே உள்ள இடைவெளி, அவை எவ்வாறு குழு அமைத்துக் கொள்கின்றன என்பவற்றைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். உயர் விலங்குகள் தங்களுக்கென்று குறிப்பிட்ட பகுதியைத் தேர்வு செய்து அதற்குள் தங்களுடைய செயல்களை நடத்திக் கொள்ளும். இதற்கு இல்ல எல்லை (home range) என்று பெயர். நாய், பூனை போன்ற இனங்களில் இதைத் தெளிவாகக் காணலாம். ஒரு தொகையின் மீது தடை, நடுநிலைக் காரணி, ஆற்றல், எதிர்ப்பாற்றல் முதலியன தொகையின் ஓட்டம் முழுதும் நடைபெறுவதால் ஒத்த நடுநிலை (homeostasis) அடையும். பலவகை உயிரினங்களைக் கொண்ட உயிர்த் தொகுப்பில் ஒத்த நடு நிலை வெவ்வேறு மட்டத்தில் நடைபெறுவதுண்டு. சில தொகைகளில் நடுநிலைக் காரணிகள் தொகையின் உள்ளிருந்தே செயல்படுவதுண்டு. சில தொகைகளில் இவ்வகைக் காரணிகள் வெளியிலிருந்து செயல்படும்.

மூளை மற்றும் நரம்பு மண்டலப் படிமலர்ச்சி மேம்பாட்டால், மனிதன் மற்ற உயிரினங்களைவிட உயர் மட்டத்தை அடைந்துள்ளான். இக்காரணத்தால் சூழ்நிலையில் பல மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி, பல உயிரினத் தொகைகளின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாகிறான்.

-தி.ஸ்ரீகணேசன்

துணைநூல். E.P. Odum, *Fundamentals of Ecology*, Third Edition, W.B. Saunders Company, London, 1971.

தொகை நுண்கணிதம்

தொகையிடல் (integration), தொகையின் பயன்பாடுகள் (applications of integration) வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் (differential equations) எனத் தொகை நுண்கணிதம் (integral calculus) மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது.

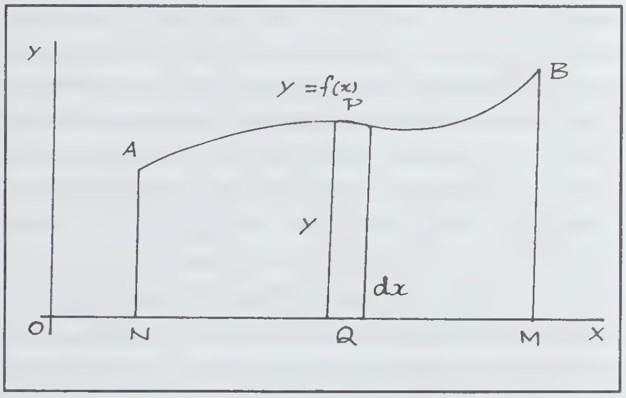
தொகையின் பயன்கள். ஒரு வரையறுத்த தொகை (definite integral), முடிவில்லாத ஒரு கூட்டலின் எல்லை என்பதைப் பயன்படுத்தி, வேறு எந்த வழியிலும் காணமுடியாத துல்லியமாகத் தொகையிடல் மூலம் காணப்படும். எ-டு:

பரப்புகள் (areas), கன அளவுகள் (volumes), வளைவரைகளின் நீளங்கள் (lengths of areas), வளைபரப்புகள் (areas of curved surfaces) புவியீர்ப்பு மையங்கள் (centres of gravity) ஆகியவை.

இவ்வகை அளவீடுகளில் எந்த அளவும் சிறு, சிறு மூலப் பொருள்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஒரு சிறிய மூலப் பொருளின் அளவை இன் ஒரு சார்பாகக் கணக்கிட்டால், இவையனைத்தையும் ஒன்று கூட்டினால் முழுப்பொருளின் அளவு கிடைக்கிறது. இது ஒரு முடிவில்லாத கூட்டலாகையால், இதைத் தொகையிடல் மூலமே காணமுடியும். இவ்விதம் பல அளவுகள் அறிவியலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பயன் கிடைத்துள்ளது.

பரப்பு. y = f (x) என்னும் வளைவரையின் கீழ் உள்ள ABMN என்னும் பரப்பின் மூலப்பொருள் PQ என்னும் செவ்வகத்துண்டு இதன் பரப்பு ydx.

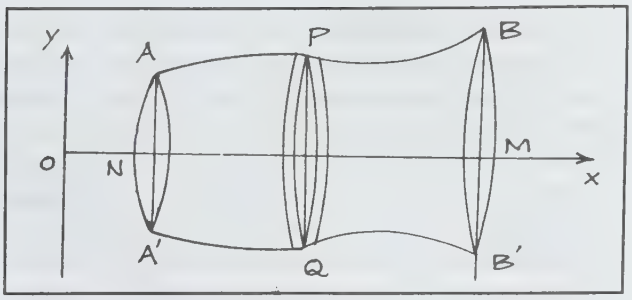
y = f (x)
P, Q



மொத்தப் பரப்பு $= \sum_a^b ydx$

$$= \int_a^b ydx$$

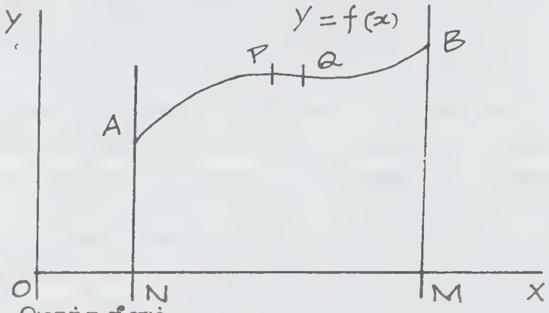
கன அளவு. ABMN என்னும் பரப்பு x அச்சைப் பற்றிச் சுழன்றால், ABB'A' என்னும் சுழற்சித் திண்மம் (solid of revolution) கிடைக்கிறது. இதன் மூலப்பொருள் PQ என்னும் ஒரு வட்டவில்லை (circular disc). இதன் கன அளவு ஆகும்.



$= \int_a^b \pi y^2 dx$ எனவே மொத்த கன அளவு. y^2dx ஆகும் எனவே

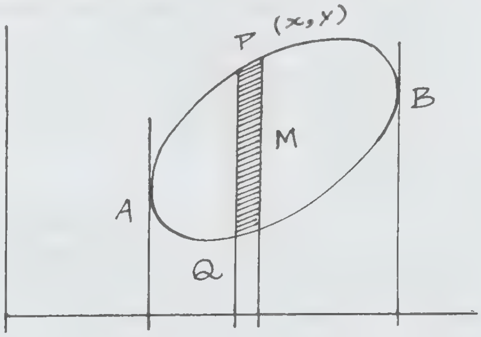
மொத கன அளவு $\pi y^2 dx$ என ஆகிறது.

வளைவரைகளின் நீளம். y = f (x) இன் வளைவரை AB எனலாம். இதன் மூலப் பொருள் PQ என்னும் துண்டு இதன் நீளம் =ds



மொத்த நீளம்

வளைபரப்பு. y = f (x) இன் கீழ் உள்ள பரப்பு ABMN, x அச்சைப் பற்றிச் சுழன்றால் ABB'A' என்னும் திண்மம் கிடைக்கிறது. இதன் மூலப் பொருள் PQ என்னும் வட்ட வளையம்



மொத்த வளைபரப்பு $= \int_a^b yd,s = \int_a^b y\frac{ds}{dx}.dx$

$= \int_a^b y\sqrt{1+y^2}\, dx$ எனக் கிடைக்கிறது.

புவியீர்ப்பு மையம். ABQA ஒரு தகடு (lamina) எனலாம். இதன் மூலப் பொருள் PQ என்னும் செவ்வகத் துண்டு. இதன் பொருண்மை $(y_1-y_2)dx\ p$, இதில் P என்பது பொருளின் அடர்த்தி (density) இதன் புவியீர்ப்பு மையம் uஇல் உள்ளது. uவின் ஆயத் தொலைகள் $\left(x, \frac{y_1+y_2}{2}\right)$ முழுப் பொருளின் புவியீர்ப்பு மையம் $G(\bar{x}, \bar{y})$ என்றால்

$$\bar{x} = \frac{\sum mx}{\sum m}, \quad \bar{y} = \frac{\sum my}{\sum m}$$

இவை தொகையிடலில்

equation எனக் கிடைக்கும்.

இதே போலப் பொருள்களுக்குப் புவியீர்ப்பு மையம் துல்லியமாக இவ்வழியில் காணப்படும். வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் ; போன்றவற்றில் ஒரு சமன்பாடு இருந்தால் அது வகைக்கெழுச் சமன்பாடு எனப்படும்.

காட்டாக, $e^x \tan y\, dx + (1-e^x) \sec^2 y dy = 0$ என்பது ஒரு வகைக்கெழுச் சமன்பாடு. இதிலிருந்து dx, dy போன்றவற்றை விலக்கி, y, x இவற்றில் ஓர் இணைப்பைக் கண்டுபிடித்தால் இந்த இணைப்புக்குக் சமன்பாட்டின் தீர்வு (solution) எனப்பெயர். தொகையிடல் மூலமே dy, dx ஐ விலக்க முடியும். தொகையீட்டுத் தீர்வு காணப்படுவதால் தீர்வில் தன்னிச்சை மாறிலி (arbitrary constant) இருக்கும். மேற்கூறிய சமன்பாட்டை

$e^x \tan y dx = -(1-e^x) \sec^2 y\ dy$ எழுதலாம்.

இரண்டு பக்கங்களுக்கும் தொகை காண, log (1-x) = -log tany +c என்றும் தீர்வு கிடைக்கிறது. இதை $(1-e^x) = \frac{c}{\tan y}$ என சுருக்கலாம். இது போன்ற பல வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் தொகையிடல் மூலமாகக் காணப்படுகின்றன.

- எல்.இராசகோபாலன்

தொகை மரபியல்

ஒரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த கூட்டத்தைத் தொகை (population) என்பர். குறிப்பிட்ட தொகையைச் சேர்ந்தவற்றின் புற ஆக்கப் பண்புகள் (phenotypic characters) சந்ததிகளில் தோன்றும் மரபு வழி ஆய்வையே தொகை மரபியல் (population genetics) என்பர். ஒரு தொகையில் மரபு வழியில் நடைபெறும் முடிவுகளை அறியக் கணித, புள்ளியல் முறைகளைக் கையாள வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த தொகை என்பது பல தன்கலப்புக் (inbreading) குழுக்களைக் கொண்டதாகும். ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட புவியியல் எல்லையில் காணப்படும் தன்கலப்புக் குழுக்களை மெண்டலின் தொகை (Mendelian population) என்பர். அதாவது மெண்டலின் தொகை என்பது குறிப்பிட்ட புவியியல் எல்லையில் காணப்படும் தன்கலப்பு வழியில், பாலினப் பெருக்கம் செய்யும் நெருங்கிய மரபு வழி உறவு கொண்ட குழுவாகும். இக்குழுவைச் சிற்றினம், துணைச்சிற்றினம், வகை, ரகம் என்று கொள்ளலாம்.

தொகை மரபியலில் பயன்படும் சொல் ஜீன் குட்டை அல்லது பாலினச் செல் குட்டை (gene or gamete pool) ஆகும். ஜீன் குட்டை என்பது மெண்டலின் தொகையில் தோன்றும் அனைத்துப் பாலினச் செல்களில் காணப்படும் கருதுகோள் மரபு அலகுகளின் சேர்க்கையைக் குறிப்பதாகும். மெண்டலின் தொகை ஒரு பண்புக் கலப்பை (monohybrid cross) நடத்தினால் 3:1 என்னும் புற ஆக்க விகிதம் கிடைக்கும் என்பது மரபியலின் அடிப்படைக் கொள்கையாகும். மாறுபட்ட இரு பெற்றோர்களான AA மற்றும் aa என்னும் ஒத்த பண்புடையோரைத் (homozygous) தேர்வு செய்வதன் மூலம், அப்பண்பிற்குரிய ஜீன்களான A மற்றும் அல்லீல்களைச் (alleles) சம அலைவு பரவல் (equal frequency) விகிதத்தில் அமைக்கலாம். ஆனால் மெண்டலின் தொகையில் இவ்வல்லீல்களின் அலைவு மாறுபடுவதாக மரபியலார் கண்டறிந்துள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக மனிதனின் பல விரல்களைப் பெற்றுள்ள தன்மை ஓங்கு (dominant) பண்பாகும். ஆனால் குழந்தைகள் பல விரல்களோடு (ஐந்துக்கு மேற்பட்டு) பிறப்பது மிக அரிது. இதிலிருந்து ஓங்கு அல்லீலில்களின் அலைவு பரவல் ஒழுங்கு (recessive) அல்லீலினதைவிடக் குறைவு என்பது தெளிவாகிறது. மேலும் முன்பு கூறியது போல் ஓங்கு மற்றும் ஒடுங்கு அல்லீல்கள் 1:1 விகிதத்தில் அமையவில்லை என்பது தெளிவாகிறது. அவை 1:1 விகிதத்தில் இருக்குமேயானால் ஓங்கு : ஒடுங்கு என்பது 3:1 என்னும் விகிதத்தில் கிடைக்க வேண்டும்.

ஓர் இரட்டை மாறுப்பட்ட அல்லீல்களைக் கொண்ட (A, a) ஜீன் குட்டையிலுள்ள பாலினச் செல்களின் % அந்தப் பாலினச் செல்களைத் தோற்றுவிக்கும் பெற்றோர் சந்ததியின் ஜீன் ஆக்க வி கிதத்தைப் (genotypic ratio) பொறுத்திருக்கும். ஜீன் குட்டையில் ஜீன்களின் அலைவு கட்டுப்படுத்தப்படுவது போல் அவற்றின் இணைவு முறையும் (mating ratio) தலைமுறைக்குத் தலைமுறை கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. இயற்கையில், இணைவு என்பது சூழ்நிலையைப் பொறுத்து அமையும். பாலினச் செல் குட்டையிலுள்ள ஒவ்வோர் ஆண்

பாலினச் செல்லும் அதே குட்டையிலுள்ள ஒவ்வொரு பெண் பாலினச் செல்லோடு இணைவதற்கான தகுதி கொண்டது எனக் கொள்ளலாம். பெற்றோர் தொகை ஜீன் குட்டையிலுள்ள அலைவைக் கொண்டு அடுத்த தலைமுறையின் கருமுட்டை (zygote) அலைவு அமையும் என்று கூறமுடியும். ஜீன் குட்டையிலுள்ள A அல்லீல்களின் விழுக்காட்டை (P) என்றும், a ஒடுங்கு அல்லீல்களின் விழுக்காட்டை q என்றும் கொள்ளலாம். இவை இணையும் விதத்தைக் கீழ்க்காணுமாறு காணலாம்.

பெண் பாலினச் செல்கள்/ஆண்பாலினச் செல்கள்

படம்

	P (A)	Q (a)
P (A)	P2 (AA)	PQ (Aa)
Q (a)	PQ (Aa)	Q2 (aa)

அதாவது $(P+Q)^2 = P^2 + 2Pq + q^2$ இதில் p^2 என்பது அடுத்த தலைமுறையின் ஒரு பகுதியைக் குறிக்கும். அது ஒத்த பண்புடைய ஓங்கு நிலையாகும். (AA). $2\ p_q$ என்னும் மற்றப் பகுதி ஒவ்வாப் பண்புடைய நிலையைக் (A_a) குறிக்கும். q^2 என்னும் மூன்றாம் பகுதி ஒத்த பண்புடைய ஒடுங்கு நிலையைக் (a^2) குறிப்பதாகும். ஒரு தொகையிலுள்ளோரிடையே இணைவு ஏற்படும்போது தோன்றும் கருமுட்டைகளின் அலைவைக் கீழ்வரும் வாய்பாடு மூலம் குறிப்பிடலாம்.

$$P^2 + 2p^q + q^2 = 1$$

ஹார்டி-வெய்ன்பர்க் விதி. முன்கூறிய வாய்பாடான $(P+q)^2 = p^2 + 2p_q + q^2$ என்பது பெற்றோர் ஜீன் குட்டையிலுள்ள அல்லீல்கள் அல்லது பாலினச் செல்களின் இணைவால் தோன்றும் சந்ததிகளின் அலைவைக் குறிப்பதாகும். இவ்வாய்பாட்டை ஆங்கிலேயக் கணித வல்லுநரான ஹார்டி என்பாரும் ஜெர்மானிய மருத்துவரான வெய்ன்பர்க் என்பாரும் தனித்தனியாக வெளியிட்டமையால் ஹார்டி-வெய்ன்பர்க் சமநிலைக் கோட்பாடு (law of equilibrium) என்று கூறுவர். அது தேர்வு இடப்பெயர்ச்சி மற்றும் திடீர்மாற்றம் நடைபெறாத, தன் கலப்பு முறையில் இனப்பெருக்கம் நடத்தும் பெரிய தொகையில் ஜீன்கள் மற்றும் ஜீன் ஆக்க அலைவுகள் இரண்டும், தலைமுறையிலிருந்து மறு தலைமுறைக்கு மாறாமல் நிலையாக இருக்கும் என்பதாகும். எனவே தொகை மரபியலின் அடிப்படை ஹார்டி-வெய்ன்பர்க் சமநிலைக் கோட்பாட்டைச் சார்ந்துள்ளது என்பது தெளிவாகிறது.

ஹார்டி-வெயின்பர்க் நிபந்தனைகளுக்குட்பட்ட சூழ்நிலையிலுள்ள சமநிலையிராத ஒரு தொகையைத் தேர்வு செய்து, அதில் விரும்பியவாறு (random) இணைவு நடக்குமேயானால் அடுத்த தலைமுறையிலேயே சமநிலை கிடைத்துவிடும் என்பது மரபியலார் கண்ட உண்மை. ஹார்டு-வெய்ன்பர்க் கோட்பாடு தடையில்லாமல் செயல்படக் கீழ்வரும் மரபிய நடுநிலைமைகளைச் சார்ந்துள்ளது. தொகை என்பது மிகப் பெரிய அளவில் இருக்க வேண்டும். மேலும் இதில் இணைவுகள் விருப்பப்படி நடைபெற வேண்டும். இதில் எந்த நிலையிலும் தேர்வு (selection) நடைபெறவிடக்கூடாது. ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட தொகை மூடியதாக (closed) இருக்க வேண்டும். அதாவது அதில் வெளியேற்றமோ உட்புகுதலோ நடைபெறக்கூடாது. அல்லீல்களில் திடீர் மாற்றம் (mutation) ஏற்படக் கூடாது, புணர் செல் தோற்றத்தின்போது (gametogenesis) நடைபெறும் குன்றல் பகுப்பு (meiosis) சாதாரணமாக இருக்க வேண்டும். கணித மேதைகளால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட இக்கோட்பாடுகளை மரபியல் வல்லுநரான டாப்ஷன்ஸ்கி ஏற்று, அதை மரபியலுக்குத் தக்கவாறு விளக்கியுள்ளார். தொகை மரபியலில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றம் கரிம-படிமலர்ச்சிக் (organic evolution) கொள்கையை வலியுறுத்து வதோடன்றிப் பல செயல் விளக்கங்களையும் தந்துள்ளது.

உயிரியலில் இனமாக்கம் (speciation) என்பது, எவ்வாறு ஒரு புது இனம் தோன்றுகிறது என்பதை விளக்குவதாகும். மரபிய அடிப்படையில் வேறுபட்ட இரு தொகைகள் புவியியல் காரணிகளால் பிரிக்கப்பட்டால் புது இனங்கள் தோன்ற வழி ஏற்படும். ஒரு பெரிய தொகை பல சிறு கூட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு மேலும், அவை புவியியல் தடுப்புகளைக் (geographic barriers) கொண்டிருந்தால் ஒவ்வோரு கூட்டத்திலும் தனிப்பட்ட படிமலர்ச்சி வழி ஏற்பட்டு ஒரு புது இனம் தோன்றும். தொகையின் அளவு மிகச் சிறியதாக இருக்குமேயானால் ஜீன்களின் அலைவு குறிப்பிட்ட முறையில் நடைபெறாமல் போகலாம். இதை மரபியல் மாறுதல் போக்கு என்று கூறுவர்.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

துணைநூல். Francisco J.Ayala and John A.Kiger, *Modern Genetics*, Second Edition, The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., London, 1984.

தொகையிடல்

நுண்கணிதத்தில் ஏதேனும் ஒரு சார்பு f(x) கொடுக்கப்பட்டால் அதன் முன் சார்பு (primitive) F(x) ஐக் காண்பதற்குத் தொகையிடல் (integration) எனப் பெயர். இத்தொகையிடல் வகைக்கெழுக் காணுதலுக்கு நேர்மாறான செயற்பாடு

(reverse process of differentiation) மற்றும் ஒரு முடிவில்லாத கூட்டலில் எல்லையைக் காணுதல் (limit of an infinite summation) என இருவகைப்படும்.

பல அடிப்படையான சார்புகளுக்கு (elementary functions) வகைக்கெழுச் சார்புகள் காணப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மூலமாகத் தொகையிடல் வாய்பாடுகளை அடைய முடியும்.

எடுத்துக்காட்டாக, $\frac{d}{dx}(\sin x) = \cos x$ என உள்ளது.

இதன் மூலமாக $\int \cos x\,dx = \sin x + c$ எனக் கிடைக்கிறது. இதில் c என்பது ஏதேனுமொரு மாறிலி (arbitrary constant). இது போன்று, வகைக்கெழுப்பட்டியலிலிருந்து தொகைப் பட்டியலைக் கீழ்க்காணுமாறு அடையலாம்.

வகைக்கெழுப்பட்டியல் தொகைப்பட்டியல்

1. $\frac{d}{dx}(x^n) = nx^{n-1}$, $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c_1 (n \neq 1)$

2. $\frac{d}{dx}(\sin x) = \cos x$, $\int \cos x\,dx = \sin x + c$

3. $\frac{d}{dx}(\cos x) = -\sin x$, $\int \sin x\,dx = -\cos x + c$

4. $\frac{d}{dx}(\tan x) = \sec^2 x$, $\int \sec^2 x\,dx = \tan x + c$

5. $\frac{d}{dx}(\cot x) = -\sec^2 x$, $\int \operatorname{cosec}^2 x\,dx = -\cot x + c$

6. $\frac{d}{dx}(\sec x) = \sec x \tan x$ $\int \sec x \tan x\,dx = \sec x + c$

7. $\frac{d}{dx}(\operatorname{cosec} x) = -\operatorname{cosec} x \cot x$,

$\int \operatorname{cosec} x \cot x\,dx = \operatorname{cosec} x + c$

8. $\frac{d}{dx}(e^x) = e^x$, $\int e^x dx = e^x + c$

9. $\frac{d}{dx}(\log x) = \frac{1}{x}$, $\int \frac{1}{x} dx = \log x + c$

10. $\frac{d}{dx}(\sin^{-1} x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$,

$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \sin^{-1}\frac{x}{a} + c$

11. $\frac{d}{dx}(\cos^{-1} x) = \frac{-1}{\sqrt{1-x^2}}$,

$\int \frac{-1}{\sqrt{a^2 - x^2}} dx = \cos^{-1}\frac{x}{a} + c$

12. $\frac{d}{dx} \tan^{-1} x) = \frac{1}{1+x^2}$

$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \frac{1}{a}\tan^{-1}\frac{x}{a} + c$

13. $\frac{d}{dx}(\cot^{-1} x) = \frac{-1}{1+x^2}$ அல்லது

$\int \frac{-1}{a^2 + x^2} = \frac{1}{a}\cos^{-1}\frac{x}{a} + c$

14. $\frac{d}{dx}(\sec^{-1} x) = \frac{1}{x\sqrt{x^2 - 1}}$

$\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{1}{a}\sec^{-1}\frac{x}{a} + c$

15. $\frac{d}{dx}(\operatorname{cosec}^{-1} x) = \frac{1}{x\sqrt{x^2 - 1}}$

$\int \frac{-1}{n\sqrt{n^2 - a^2}} = \frac{1}{a}\operatorname{cosec}^{-1}\frac{x}{a} + c$

மேலும், தொகையிடலில் சில விதிகள் உள்ளன.

விதி 1 $\int k\,f(x)\,dx = k\,f(x)$ இதில் k ஒரு மாறிலி.

விதி 2 $\int [f(x) + g(x)]\,dx = \int f(x)\,dx + \int g(x)\,dx$

விதி 3 (பிரதியிடல் விதி) (integration by substitution)

$$\int g(x)\,g^1(x)\,dx = \frac{(g(x))^2}{2 + c}$$

விதி 4 $\log f(x) = \int \frac{f^1(x)}{f^1(x)} dx$

விதி 5 பகுதித் தொகையிடல் (integration by parts)

$$\int f(x)\, g^1(x)\, dx = f(x)\, g(x) - \int f^1(x)\, g^1(x) dx$$

விதி 6 வரையறுத்த தொகை

$$\int_a^b f(x)\, dx = F(b) - F(a)$$

முன் சார்பு

மேற்கூறிய தொகைப்பட்டியலையும், விதிகளையும் பயன்படுத்தி மேலும் ஒரு தொகைப்பட்டியலைக் காணலாம்.

16. $\int \frac{dx}{a^2 - x^2} = \frac{1}{2a} \log \frac{a+x}{a-x} + c$

17. $\int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \log \frac{x-a}{x+a} + c$

18. $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \log\left[x + \sqrt{a^2 + x^2}\right] + c$

19. $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 - a^2}} = \log\left[x + \sqrt{x^2 - a^2}\right] + c$

20. $\int \sqrt{a^2 - x^2}\, dx = \frac{x\sqrt{a^2 - x^2}}{2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1}\left(\frac{x}{a}\right) + c$

21. $\int \sqrt{x^2 - a^2}\, dx = \frac{x\sqrt{x^2 - a^2}}{2} - \frac{a^2}{2} \log\left[x + \sqrt{x^2 - a^2}\right] + c$

22. $\int \sqrt{a^2 + x^2}\, dx = \frac{x\sqrt{a^2 + x^2}}{2} \quad \frac{a^2}{2} \log\left[x + \sqrt{a^2 + x^2}\right] + c$

23. $\int \tan x\, dx = \log (\sec x) + c$

24. $\int \cot x\, dx = \log (\sin x) + c$

25. $\int \sec x dx = \log (\sec x + \tan x) + c$

26. $\int \operatorname{cosec} x dx = -\log (\operatorname{cosec} x + \cot x) + c$

27. $\int \frac{dx}{a + b\cos x} = \frac{2}{\sqrt{a^2 - b^2}}$

$\tan^{-1}\left(\sqrt{\frac{a-b}{a+b}} \tan \frac{x}{2}\right) + c$

அல்லது

$$\frac{1}{\sqrt{b^2 - a^2}} \log\left[\frac{\sqrt{b-a} \tan\frac{x}{2} - \sqrt{b+a}}{\sqrt{b-a} \tan\frac{x}{2} + \sqrt{b+a}}\right] + c$$

தொகை காணப் பயன்படும் சில முக்கிய பிரதியீடுகள். தொகைக் குறிக்குள் $(a^2 - x^2)^{1/2} (a^2 - x^2)^{3/2}$ போன்று இருந்தால் $x = a \sin\theta$ எனப் பிரதியிடலாம். $(a^2 + x^2)^{1/2} (a^2 + x^2)^{3/2}$ போன்று இருந்தால்

$x = a \tan\theta$ எனப் பிரதியிடலாம் $(x^2 - a^2)^{1/2} (x^2 - a^2)^{3/2}$ போன்று இருந்தால் $x = a \sec\theta$ எனப் பிரதியிடலாம்.

வரையறுத்த தொகையின் சில தன்மைகள். (Preoperties of definite integrals)

1. $\int_a^b f(x)\, dx = -\int_b^a f(x)\, dx$

2. $\int_a^b f(x)\, dx = +\int_a^c f(x)\, dx + \int_c^b f(x)\, dx$

c; a, b க்கு இடையேயுள்ளது.

3. $\int_0^a f(x)\, dx = -\int_0^a f(a-x)\, dx$

4. $\int_{-a}^{a} f(x)\,dx = 0$ ஒற்றைப்படைச் சார்பானால் (odd function)

$= 2\int_{0}^{a} f(x)\,dx$ இரட்டைப்படைச் சார்பானால் (even function)

இத்தன்மைகளினால் சில முக்கிய தொகைகள் காணப்படுகின்றன.

1. $$\int_0^{\pi/2} \frac{\sin^n x}{\sin^n x + \cos^n x}\,dx$$

$$= \int_0^{\pi/2} \frac{\cos^n x}{\sin^n x + \cos^n x}\,dx = \frac{\pi}{4}$$

2. $$\int_0^{\pi/4} \log(1 + \tan\phi)\,dx = \frac{\pi}{8}\log 2$$

3. $$\int_0^{\pi/2} \log(\sin x)\,dx = \frac{\pi}{2}\log\left(\frac{1}{2}\right)$$ ஆகியவையாகும்.

குறைப்புத் தொகை வாய்பாடுகள் (reduction formula)

படிக்குறி (power), n கொண்ட தொகை

$I_n = \int_0^{\pi/2} \sin^n x\,dx$ அல்லது $\int_0^{\pi/2} \cos^n x\,dx$ ஆனால்

$I_n = \frac{n-1}{n} I_{n-2}$ எனக் கிடைக்கிறது. இது போன்ற வாய்பாடுகள் மூலமும், சில சிக்கலான தொகைகள் எளிதாகக் காணப்படுகின்றன.

(எ.டு) $$\int_0^{\pi/2} \sin^{10} x\,dx = I_{10} = \frac{9}{10} I_8$$

$$= \frac{9}{10}\left[\frac{7}{8}\right] I_6$$

$$= \frac{9}{10} \times \frac{7}{8} \times \frac{5}{6} I_4$$

$$= \frac{9}{10} \times \frac{7}{8} \times \frac{5}{6} \times \frac{3}{4} I_2$$

$$= \frac{9}{10} \times \frac{7}{8} \times \frac{5}{6} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} I_0$$

$$I_0 = \int_0^{\pi/2} dx\; I_{10} = \frac{9 \times 7 \times 5 \times 3 \times 1}{10 \times 8 \times 6 \times 4 \times 2} \times \frac{\pi}{2}$$

எனக் கணக்கிடலாம்.

இதே போல வேறு சில வாய்பாடுகள் பின்வருமாறு:

$$\int_0^{\pi/2} \sin^9 x\,dx = \int_0^{\pi/2} \cos^9 x\,dx = I_9 = \frac{8.6.4.2}{9.7.5.3}$$

$$\int_0^{\pi/2} \sin^8 x \cos^6 x\,dx = I_{8,6} = \frac{7.5.3.1.5.3.1}{14.12.10.8.6.4.2} \times \frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^{\pi/2} \sin^7 x \cos^9 x\,dx = I_{7,9} = \frac{6.4.2.8.6.4.2.}{16.14.12.18.8.6.4} \times \frac{1}{2}$$

$$\int_0^{\pi/2} \sin^6 x \cos^5 x\,dx = I_{6,5} = \frac{5.3.1.4.2}{11.9.7.5.3}$$

$$I_n = \int_0^{\pi/4} \tan^n x\,dx = \frac{1}{n-1} - I_{n-2}$$

$$I_n = \int \sec^n x dx = \sec^{n-1} x \tan x + (n-2) I_{n-2}$$

போன்றவை.

பகுதித் தொகையிடல் முறையால் அடையப் பெறும் மேலும் இரண்டு முக்கியத் தொகைகள்

$$\int e^{ax} \sin bx\,dx = \frac{e^{ax}}{a^2 + b^2}[a \sin bx - b \cos bx]$$

$$\int e^{ax} \cos bx\,dx = \frac{e^{ax}}{a^2 + b^2}[a \cos bx + b \sin bx]$$

தொகையிடலில் இரண்டாம் பகுதி.

ஒரு வரையறுத்த தொகை முடிவில்லாத ஒரு கூட்டலின் எல்லை என்பதாகும். இதிலிருந்து

$$\int_a^b f(x)\,dx =$$

$$\underset{n\to\infty}{\text{Lt}}\; h\left[f(a) + f(a+b) + f(a+2b) + \ldots\right] \text{ n உறுப்புகள்}$$

இங்கு $h = \dfrac{b-a}{n}$ என எழுதலாம்.

இதில் $a = 0, b = 1$ எனக் கொண்டால்,

$$\int_0^1 f(x)\,dx = \underset{n\to\infty}{\text{Lt}} \frac{1}{n}\sum_{r=0}^{n-1} \gamma\left(\frac{r}{n}\right)$$ எனக் கிடைக்கும்.

இதைப் பயன்படுத்திக் கீழ்க்காணும் தொகையைக் காணலாம்.

$$\int_0^1 x^2\,dx =$$

$$\underset{n\to\infty}{\text{lt}} \frac{1}{n}\left[0 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 + \left(\frac{2}{n}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{n-1}{n}\right)^2\right]$$

$$\underset{n\to\infty}{\text{lt}} \frac{1}{n} \times \frac{1}{n^2}\left[1^2 + 2^2 + \ldots\ldots\ldots + (n-1)^2\right]$$

$$\underset{n\to\infty}{\text{lt}} \times \frac{1}{n^3}\,\frac{(n-1)\,n\,(2n-1)}{6}$$

$$\underset{n\to\infty}{\text{lt}} \times \frac{1}{6}\left(1-\frac{1}{n}\right)\left(2-\frac{1}{n}\right)$$

$$= \frac{1}{6} \times 2 = \frac{1}{3}$$

எனக் கிடைக்கிறது.

- எல்.இராசகோபாலன்

தொங்கு தொடர் வண்டி

இது இரு சக்கரங்கள் ஓர் அச்சில் இணைக்கப்பட்டுச் சங்கிலிகளால் இயங்கும் தனிவகை எந்திரமாகும். கையாள வசதியாகவும், சுமையான எந்திரங்களை ஓர் இடத்திலிருந்து சிறிது தொலைவு நகர்த்திக் கொண்டு செல்லவும், தொழிற்சாலைகளில் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லவும் இது பயன்படுகிறது. உயரத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ள தொங்கு தொடர் வண்டி (mono rail) படுக்கை வசமாகவே நகர்ந்து செல்லக்கூடியது. இருப்புப்பாதை போன்ற இரும்புச் சட்டங்களின் நிலையான பாதைகளில் இது நகர்ந்து செல்லும். பொதிகைகள் பொருத்தப்பட்ட சக்கரங்கள் கையால் இயக்கக்கூடியவை. ஆயினும் சில வேளைகளில் மின்சார நகர்த்திகளும் பயன்படும்.

இரும்புச் சட்டங்களில் அமர்ந்திருக்கும் சக்கரங்களின் அச்சிலிருந்து சங்கிலிகள் தொங்கவிடப் பட்டிருக்கும். இவற்றில் உள்ள வளையங்களில் நகர்த்த வேண்டிய பொருளை இணைத்துவிட்ட பின்பு சக்கரங்களை இயக்கினால் கிடைத்தளத்தில் பொருள் தொங்கிய நிலையிலேயே நகர்ந்து செல்லும். தேவையான இடத்தில் நிறுத்தவும் நகர்த்தவும் வசதி இருக்கும். இதைக் குறிப்பிட்ட இரும்புச் சட்டங்கள் உள்ள இடங்களில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். தொழிற்சாலைகளிலும், விமான நிலையங்களிலும், கப்பல் கட்டுமிடங்களிலும் இது பயன்படுகிறது. இதனை மிகு உயரத்திற்குச் சுமை தூக்கும் எந்திரம் போலவோ, கயிற்றுப் பாதையில் செல்லும் பெட்டி போலவோ, தொடர்ந்து பொருள்களைக் கடத்தும் எந்திரம் போலவோ பயன்படுத்த முடியாது. அவற்றிலிருந்து இது முற்றிலும் மாறுபட்டது.

எளிதான தொங்கு தொடர் வண்டி முறை குறிப்பிட்ட இடங்களில் மிகவும் திறமையாக இயக்கக்கூடியது. இதன் இருப்புப் பாதைகள் தட்டையான எஃகு பாளங்களால் செய்யப்பட்டிருக்கும். சில வேளைகளில் குழாய்களிலும் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஆயினும் இக்காலத்தில் வடிவத்தில் உள்ள இரும்பு உத்திரங்களும் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் கீழ்ப்புறம் உள்ள தட்டையான பாதையில் தொடர் வண்டிச் சக்கரம் அமர்ந்திருக்கும். இவ்வகையில் எடை மிகுந்த சுமையை எளிதாகக் கையாள முடியும். ஏனெனில் இத்தகைய வடிவத்தில் உள்ள உத்திரங்கள் வளையா; அசையா; சாயா; சுமையின் விசை பரவலாக்கப்படும்.

தொங்கு தொடர் வண்டி தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது. படிப்படியாகப் பொருள்கள் ஓர் இடத்திலிருந்து

வேறு இடத்திற்கு நகர்ந்து கொண்டே இருக்க வேண்டுமானால் இதனைப் பொருத்தி இயக்கினால் மிகவும் வசதியாகவும் இருக்கும். சாதாரணமான குழாய்களே இருப்புப் பாதைகளாக அமைக்கப் பயன்படும். வசதியான முறையில் இயக்கிகளும், குறுக்குப் பாதைகளும் அமைக்க முடியும். ஆதலால் இம்முறை இயக்குவதற்கும் பயன்படுத்துவதற்கும் எளியது. இம்முறை பொருள்களை ஊர்திகளில் ஏற்றி இறக்கும் இடங்களில் பயன்படும். ஊர்திகளைத் தாழ்வான பகுதிக்குக் கொண்டு சென்ற பின்பு தொங்கு தொடர் வண்டிச் சுமைகளை மேல்புறமாக நகர்த்திக் கொண்டு வந்து ஊர்தியில் வைத்து விடும். மிகக் குறைந்த நேரத்தில் இவ்வேலை முடிந்துவிடும். இவ்வமைப்பு முறையில் முக்கிய பகுதியாகக் கருதப்படுவது அதனுடைய இருப்புப் பாதையேயாகும். இது தங்குதடையின்றி எளிதாக ஓட வசதியாகச் சக்கரங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். இணைப்பு முனைகள் முட்டும் இணைப்பாகவோ, தட்டு இணைப்பாகவோ இருக்கலாம். ஆனால் இணைப்பில் சக்கரங்கள் ஏற்றத் தாழ்வின்றி ஓட வசதி வேண்டும். இந்த இருப்புப் பாதை உயரத்திலுள்ள சுவரில், உறுதியான தாங்கும் பிடிமானச் சட்டங்களின் உதவியால் பொருத்தப்பட வேண்டும். ஏனெனில் தொங்கு தொடர் வண்டி தொடர்ந்து அனைத்து இடங்களுக்கும் செல்லப் பயன்படுவதில்லை. அதே நேரத்தில் பல்வேறு அறைகளுக்குள்ளும் எடுத்துச் சென்று பொருத்திப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். தொழிற்சாலைகளில் குளிர்பதன அறைகள், வண்ணம் தெளிக்கும் அறைகள், கழுவும் அறைகள் போன்ற இடங்களில் இது பயன்படும்.

இப்போது இத்தொங்கு தொடர் வண்டிகளில் பலவித முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. இருப்புப் பாதைகளை ஏற்றி இறக்க வசதிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. சிறப்புவகையாகத் தயாரிக்கப்படுவனவற்றில் தொடர்வண்டி வேண்டிய திசைகளில் திருப்புவதற்கு வசதிகளும், சுழலும் மேடை போன்ற அமைப்பின் மூலமும் எந்தக் கோணத்திலும் திருப்புவதற்குரிய வசதிகளும் செய்யப்பட்டுள்ளன. இதனால் தொடர் வண்டி எந்த இடத்திற்கும் ஊர்ந்து செல்ல முடியும். ஏற்ற இறக்கத்திலும் ஒரு தளத்திலிருந்து மற்றுமோர் உயரம் வேறுபட்ட தளத்திற்கு மாற்றிச் செல்லவும் வசதிகள் உள்ளன. இதன் மூலம் பாதைகள் சரிவாக அமைப்பதனைத் தவிர்க்க முடியும்.

தொங்கு தொடர் வண்டியில் இணைக்கப்படும் சக்கரங்கள் பல்வேறு வகைகளில் உள்ளன. செல்லும் பாதைகளுக்கு ஏற்பவும் தாங்க வேண்டிய சுமையின் தன்மையைப் பொறுத்தும் இவை வேறுபடுகின்றன. சுமை மிகும்போது சக்கரங்களின் எண்ணிக்கை கூடும். சில இடங்களில் இழுக்கும் செயல், மின்சார இயக்கிகள் மூலம் செயல்படும். இத்தகைய மின்சார இயக்கி இணைந்துள்ள தொங்கு தொடர் வண்டிகளில், பல சக்கரங்கள் இணைக்கப்பட்டு அவற்றின் மூலம் சக்கரங்களின் இயக்கம் கட்டுப்படுத்தப்படும்.

தொங்கு தொடர் வண்டி, துணி, ரொட்டித் தொழிற்சாலைகள் போன்ற இடங்களில் பயன்படுத்தப் படும்போது அவற்றிற்கென்று தனிப்பட்ட தொங்கும் கருவிகள் இணைக்கப்படும். தொங்கு தொடர் வண்டியின் சில இடங்களில் எடை காட்டும் கருவிகளும் இணைக்கப்படும். இதன் மூலம் அது எடுத்துச் செல்லும் பெட்டிகள், துணிப்பொதி, காகித உருளை முதலியவற்றின் எடையைத் தொங்கு தொடர் வண்டியில் இருக்கும்போதே அறிந்து கொள்ள முடியும். இதன் மூலம் கால தாமதமும் தவிர்க்கப்படும்.

-ஏ.எஸ்.எஸ்.சேகர்

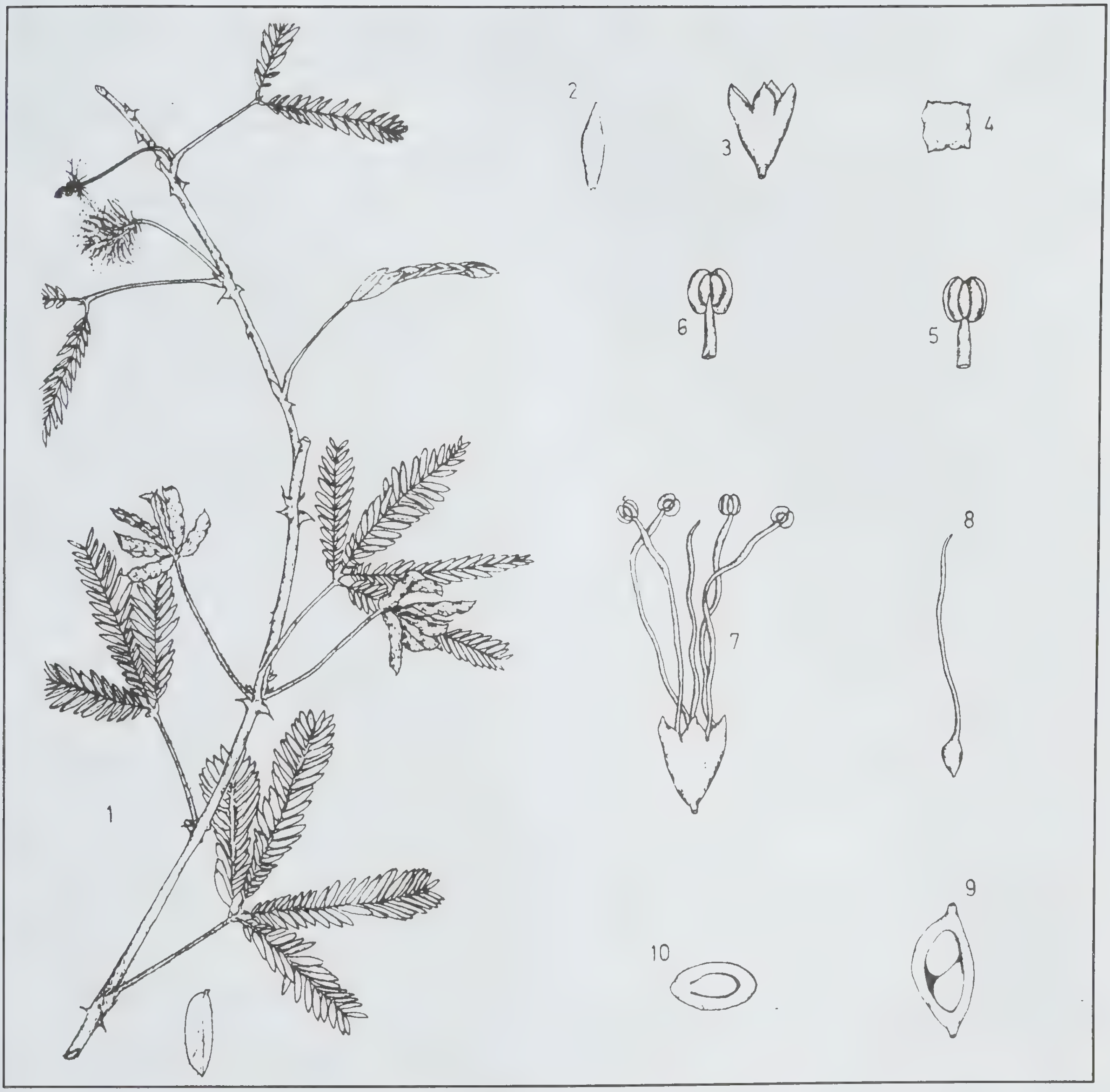
தொங்கு பாலம்

காண்க. பாலம்

தொட்டாற் சிணுங்கி

இது அமெரிக்காவிலிருந்து இந்தியாவுக்குக் கொண்டு வரப்பட்டது. இது தொட்டால் வாடி என்றும் தொட்டாற் சுருங்கி என்றும் குறிப்பிடப்படும். உணர்ச்சியுடைய இத்தாவரம் தொடுவதாலோ இரவுநேரம் நெருங்கும்போதோ இலைகளை மேல்நோக்கி மூடிக்கொள்கிறது. அப்போது இரண்டாம் நிலை இலைக்காம்புகள் (secondary rachis) நெருங்கி வர, முதல்நிலை இலைக்காம்புகள் (primary rachis) தொங்கிவிடுகின்றன.

தொட்டாற்சிணுங்கித் தாவரம் *(Mimosa pudica)* மைமோசி என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. பரவிப் படர்ந்து வளரும் குறுஞ்செடியான இத்தாவரம், பெரிய தாவரங்களின் கீழ் உள்ள நிழலான நிலப்பரப்பில் வளர்வதைக் காணலாம். மேலும் பயிரிடப்படாத, நிழலான, ஆற்றுக் கரையோர, ஈரமான நிலப்பகுதிகளிலும் வளர்கிறது. தொட்டாற் சிணுங்கித் தாவரம் விரைவாகப் பரவக் கூடியதாகையால் இதனை எளிதாக அகற்றவியலாது.



தொட்டாற் சிணுங்கி (*Mimosa pudica*)

1. கிளை, 2. பூவடிச் செதில், 3. அல்லி இதழ், 4. புல்லி வட்டம், 5, 6. மகரந்தப் பைகள், 7. மலர், 8. சூலகம், 9. சூலகத்தின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம், 10. சூலகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

தொட்டாற் சிணுங்கித் தண்டின் மேற்பகுதி மென்மையாகவும், கீழ்ப்பகுதி கடினமாகவும், வலிவாகவும் காணப்படும். மயிரிழை வளரிகள் தண்டு முழுவதும் காணப்படுகின்றன. கிளைத்த ஆணிவேர்த் தொகுதி கொண்டது. இலையடிச் செதில்கள் முள்களாக மாறியுள்ளன.

இலைக்காம்பின் அடிப்பகுதி பருத்துக் காணப்படும். இதுவே தொடு உணர்ச்சிக்குக் காரணமாகக் கருதப்படுகிறது. இலைக்காம்பு நீளமாகவும் மயிரிழைகள், சிறுமுள்கள் கொண்டும் இருக்கும். இலைகள், மாற்று இலை அடுக்கத்தில் சிறகுக் கூட்டிலைகளாகக் காணப்படுகின்றன. சிற்றிலைகள்

14-20 இரட்டைகளாக உள்ளன. இலைப் பரப்பில் காணப்படும் மயிரிழைகள் ஏறுமுகமாக அமைந்துள்ளன. ஒன்றோடொன்று தழுவினாற்போலமைந்த சிற்றிலைகள் முட்டை வடிவம் அல்லது நீள் வட்ட வடிவம் கொண்டவை. சிற்றிலையின் விளிம்பில் சிறிய மயிரிழை வளரிகள் காணப்படுகின்றன. சிற்றிலையின் அடிப்பகுதி அகன்றும், நுனி வட்டமாகவும் அமைந்திருக்கும். சிற்றிலையின் காம்பும், மென்மையான மயிரிழைகள் கொண்டிருக்கும்.

மலர்கள், சிறிய, கிளைத்த, காம்புடைய தலை மஞ்சரி அமைப்பில் தண்டு முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. மஞ்சரிக் காம்பில் வளரிகள் காணப்படும். ஒழுங்கான, முழுமையான நீண்ட சிறிய மலர்க்காம்புச் செதில்கள் கொண்ட இருபால் இளஞ்சிவப்பு நிற மலர்கள், நான்கு அங்க அமைப்புக் கொண்டவை. புல்லிவட்டம் 4; புல்லிதழ்கள் மணி போன்ற அமைப்புக் கொண்டவை. குட்டையான பற்கள் போன்று பிளவுபட்டிருக்கும். அல்லிவட்டம் 4 அல்லிதழ்கள்: தனித்தவை; இளஞ்சிவப்பு நிறம் கொண்டவை; தொடு இதழமைவில் அமைந்துள்ளன; மகரந்தக் கேசரங்கள் 4; மகரந்தத்தாள் நீளமானது; சூலகம், மேல்மட்டச் சூல்பை; ஒரு சூலிலையால் ஆனது. உருண்டையானது; சூலகத்தண்டு நீளமானது; நூலிழை போன்றது; விளிம்பு ஒட்டு முறையில் அமைந்துள்ள சூல்கள் எண்ணற்றவை. கனி-உலர் வெடிகனி (lomentum) வகையைச் சேர்ந்தது. 3 செ.மீ. நீளமுடைய கனி, தட்டையாகவும் சவ்வுப் போன்றும் உள்ளது. மஞ்சளான வளரிகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. 3-4 விதைகள் கனியில் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரத்தில், நவம்பர்-மார்ச்சில் மலர்கள் தோன்றுகின்றன. கனிகள் ஜனவரி-மேத் திங்களில் தோன்றுகின்றன.

பயன்கள். இத்தாவரத்தின் இலைகளும், வேர்களும் மருந்தாகப் பயனாகின்றன. இத்தாவரத்தின் வேர், வயிற்றுப்போக்கு, தொழுநோய், கருப்பைக் கோளாறு, ஈரல் கோளாறு, வீக்கம், எரிச்சல், களைப்பு, ஆஸ்த்மா, குருதி நோய், தோலில் நிறமிகள் இராமையால் ஏற்படும் வெண் திட்டு (leucoderma) ஆகியவற்றிற்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் வேர், குருதியில் ஏற்படும் நச்சுப் பொருள் கலப்பினை அகற்றவும், கணையநீர் மற்றும் ஈரல் தொடர்பான நோய்களை அகற்றவும், மூலநோய், மஞ்சள் காமாலை, புண், பெரியம்மை போன்றவற்றைப் போக்கவும் பயனாகிறது. இத்தாவரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் சாறு, மூலநோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

- நா.வெங்கடேசன்

துணைநூல். B.P. Pandey, *Taxonomy of Angisoperms*, S.Chand and Company, New Delhi, 1982.

தொட்டாற் சிணுங்கிக் குடும்பம். தொட்டாற் சிணுங்கிக் குடும்பத்தை மைமோசேசி என்பர். இக்குடும்பத்தில் 40 பேரினங்களும், 2000 சிற்றினங்களும் அடங்கியுள்ளன. இக்குடும்பத் தாவரங்கள் வெப்ப நாடுகளிலும் மித வெப்ப நாடுகளிலும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் பெரும்பாலும் மரங்களாகவும் புதர்ச் செடிகளாகவும் (shrubs) வளர்பவை. இவை முள்களுடனோ முள்களற்றோ காணப்படும். நெப்டுனியா ஒலிரேசி (*Neptunia Olearacea*) எனப்படும் நீர்வாழ் சிறு செடிகளுமுண்டு. சில சிற்றினங்கள் சிறு செடிகளாகும். எண்டாடா (*Entada*) போன்றவை தட்டையான சுருண்ட திருகிய தண்டையுடைய பெருங்கொடிகளாகும்.

இரட்டை இறகு வடிவக் (bipinnately compound) கூட்டிலைகள் மாற்று இலையடுக்கத்தில் அமைந்துள்ளன. இங்கா (Inga) போன்றவற்றில் ஒற்றை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகள் உள்ளன. இலைகள் பெரும்பாலும் இலையடிச் செதில்களுடையவை. இலையடிச் செதில்கள் அக்கேசியா (*Acacia*), மைமோசா (*Mimosa*) போன்றவற்றில் முள்களாக மாற்றுருக் கொண்டுள்ளன. அக்கேசியாவின் சிற்றினங்கள் பலவற்றில் முள்கள் உள்ளீடற்றுக் (*hallow*) காணப்படுவதால் அவற்றுள் எறும்புகள் தங்கிவிடுகின்றன. இந்த எறும்புகள், இலை வெட்டுப் பூச்சிகள் போன்ற பகை உயிரிகளிடமிருந்து இத்தாவரங்களைப் பாதுகாக்கின்றன.

அக்கேசியா ஸ்.ஃபீரோசெ.ஃபாலா (*Acacia sphaerocephala*) என்னும் அமெரிக்கச் சிற்றினத்தில் இவ்வாறு முள்களில் வாழும் எறும்புகள் தாவரத்தின் இலைக் காம்புகளில் காணும் தேன் சுரப்பிகளிலிருந்தும், சிற்றிலை நுனிகளில் காணும் உணவுத் துகள்களிலிருந்தும் தங்கள் உணவைப் பெற்றுக்கொள்கின்றன. சிற்றிலைகளின் (leaflets) எண்ணிக்கை தாவரங்களுக்கேற்ப வேறுபடும். இவை பெரும்பாலும் மாலையில் மூடிக் கொள்ளும் தன்மையுடையவை. இதனைத் தூங்கும் இயக்கம் (sleeping movement) என்பர். தொட்டாற்சிணுங்கிச் செடியில் தொடு

உணர்ச்சிக்கேற்றவாறு தூங்கும் இயக்கம் நடைபெறுகிறது. இவ்வியக்கத்தின் பிறப்பிடம் இலைக்காம்பின் தடித்த பகுதியாகும். எண்டாடா என்னும் தாவர இலையின் நுனியில் எதிரெதிராக அமைந்த இரண்டாம் நிலை இலைக்காம்புகள் சிற்றிலைகள் இல்லாமல் பற்றுக் கம்பிகளாக மாறியுள்ளன.

மஞ்சரி. மலர்கள் கதிர் மஞ்சரியாகவும், தலை மஞ்சரியாகவும் பல்வேறு வகைகளில் காணப்படுகின்றன. பார்க்கியாவில் பெரிய பூப்பந்துப் போன்றிருக்கும். இருபால் மலர்கள்; ஆரச்சமச்சீரானவை; பொதுவாக 5 அங்கமுடையவை; ஆனால் தொட்டாற்சிணுங்கியில் 4 அங்க மலர்களுண்டு. அரிதாக 3 அங்க, 6 அங்க மலர்களும் காணப்படுகின்றன.

புல்லி இதழ்கள் பொதுவாக இணைந்து குவளை வடிவிலோ குழல் வடிவிலோ அமைந்திருக்கும். இதன் இதழ்கள் தொடு இதழ் ஒழுங்கிலமைந்துள்ளன. ஆனால் பார்க்கியாவில் அடுக்கிதழ் ஒழுங்கிலமைந்துள்ளன. பொதுவாக 5 இதழ்களும் ஒரே அளவாக இருக்கும். ஆனால் பார்க்கியாவில் 2 இதழ்கள் பெரியனவாகவும், 3 இதழ்கள் சிறியனவாகவுமிருக்கும். அல்லி இதழ்கள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து குழல் போன்றிருக்கும். இதிலும் இதழ்கள் தொடு இதழ் ஒழுங்கில் அமைந்துள்ளன. மகரந்தத் தாள்களின் எண்ணிக்கை தாவரங்களுக்கேற்ப வேறுபடும். அவை தனித்தனியாகப் பிரிந்தோ ஒன்றோடொன்று இணைந்த கற்றையாகவோ காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாகத் தொட்டாற்சிணுங்கியில் 4 மகரந்தத் தாள்கள் இணையாமல் தனித்தனியே இருக்கும். பார்க்கியாவில் 10 மகரந்தத் தாள்கள் தனித்தனியாக அமைந்துள்ளன. அக்கேசியாவில் பல மகரந்தத் தாள்கள் தனித்தனியாகக் காணப்படுகின்றன.

பித்தசெல்லோபியம், இங்கா, அல்பிசியா ஆகியவற்றில் பல மகரந்தத் தாள்கள் ஒரு கற்றையாக இணைந்துள்ளன. பெரும்பாலானவற்றில் இம்மகரந்தத் தாள்களே மலர்களின் நிறத்திற்குக் காரணமாகின்றன. மகரந்தக் கம்பிகள் நீளமாக நுனியில் இரண்டு அறைகளையுடைய பைகளைக் கொண்டிருக்கும். மேலும் நீளவாக்கில் வெடித்து மகரந்தத்தை வெளியேற்றும். நுனியில் உதிரும் தன்மையுடைய சுரப்பியுண்டு. பெரும்பாலானவற்றில் மகரந்தத்தூள் இணைந்திருக்கும். சில சமயங்களில் மகரந்தப்பைகள் குறுக்குவாக்கில் பகுக்கப்பட்டுச் சிறுசிறு அறைகளைக் கொண்டிருக்கும். சூலகப்பை மேல்மட்டமுடையது; சூலகம் ஒரு சூலக இலையாலானது; சூல்கள் விளிம்பு ஒட்டு முறையில் அமைந்துள்ளன; சூலகத்தண்டு நுனியில் சூலகமுடியுடனிருக்கும். கனி, வெடிகனி (legume or lomentum) வகையாகும். விதைகளில் முளைசூழ்தசை இல்லை.

நெப்டூனியா. இதில் 11 சிற்றினங்கள் உள்ளன. இந்தியாவில் 2 சிற்றினங்கள் மட்டுமே உள்ளன. நீரில் மிதந்து வாழும் முள்களற்ற இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகளும், மஞ்சரியில் மூவகை வண்ண மலர்களும் காணப்படும். மஞ்சரியின் மேற்பகுதியில் இருபால் மலர்கள் அமைந்திருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் பிரிந்து காணப்படும். இது சுண்டைக்கீரை என்று வழங்கப்படும்.

எண்டாடா. 30 சிற்றினங்களுள்ள இப்பேரினத்தில் இந்தியாவில் ஒரே சிற்றினம் காணப்படுகிறது. முள்களற்ற பற்றுக் கம்பியுடைய பெருங்கொடியான இதன் இலைகள் இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகள். மஞ்சரியில் இருபால் மலர்களும், ஒரு பால் மலர்களும் (polygamous) உண்டு; மகரந்தத் தாள்கள் 10; பிரிந்தவை; கனிகள் மிகப்பெரியவை; கத்திப் போன்றவை; விதைகள் பெரியவை; விதைகள் உண்பதற்கும் பொடி டப்பா செய்வதற்கும் பயன்படும். இதை யானைப்புளி என்பர்.

அடினாந்தீரா. 8 சிற்றினங்களையுடையது. இந்தியாவில் இதன் சிற்றினங்கள் உள்ளன. முள்களற்ற இம்மரம் இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகளை உடையது. 10 மகரந்தத்தாள்கள், பிரிந்தவை; கனிகள் சுருண்டு வெடித்துச் செந்நிற விதைகளை வெளியேற்றுகின்றன. விதைகள் ஆபரணங்கள் செய்வதற்கும் எடைக்கற்களுக்குப் பதிலாகவும் பயன்படுகின்றன. இதன் மரக்கட்டை கடினமானது; மரத்தளவாடங்கள் செய்வதற்கும் கட்டுமானப் பணிக்கும் பயன்படும். ஆனைக் குண்டுமணி எனப்படும் இது பூங்காக்களில் வளர்க்கப்படுகிறது.

புரோசோபிஸ். இதில் மொத்தம் 40 சிற்றினங்களுண்டு. இந்தியாவில் இரு சிற்றினங்களுண்டு. முள்களுடைய புதர்ச்செடிகள் அல்லது மரங்களாக வளரும் தன்மையுடையது. இலைகள் இரட்டை இறகு வடிவமுடையவை. 10 மகரந்தத்தாள்கள், பிரிந்தவை; மரக்கட்டைகள் விறகுக்காகப் பயன்படுகின்றன. இது காட்டுக் கருவேல், வேலிக் கருவேல், வேலிக்காத்தான் போன்ற பல பெயர்களால் வழங்கப்படுகிறது.

டைகுரோஸ்டேகிஸ். இதன் 20 சிற்றினங்களில் இந்தியாவில் ஓர் இனமுண்டு. இப்புதர்ச் செடிகள் கிளைகளில் நுனி முள்களாக மாறியிருக்கும். இலைகள் இரட்டை இறகு வடிவமுடையவை. சிற்றிலைகள் எள்ளைவிட மிகச் சிறியவை; மஞ்சரியின் மேற்பகுதியில் மஞ்சள் நிற இருபால் மலர்களும், அடிப்பகுதியில் இளஞ்சிவப்பு நிற மலட்டு மலர்களும் உண்டு. 10 மகரந்தத் தாள்கள் பிரிந்தவை; முதிர்ந்த கனிகள் சுருண்டு காணப்படும். மரக்கட்டைகள் விறகுக்குப் பயன்படுகின்றன.

மைமோசா. இது ஏறத்தாழ 500 சிற்றினங்களை உடையது. இந்தியாவில் 3 சிற்றினங்களுள்ளன. முள்களையுடைய சிறுசெடி, புதர்ச்செடி அல்லது சிறுமரமான இது, இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகளைக் கொண்டது. ஒரே மஞ்சரியில் இருபால் மலர்களும் ஒரு பால் மலர்களும் கலந்து காணப்படும். புல்லி, அல்லி இதழ்கள் 4 + 4; மகரந்தத் தாள்கள் 4; பிரிந்தவை.

அக்கேசியா. ஏறத்தாழ 800 சிற்றினங்களை உடையது. இந்தியாவில் 18 சிற்றினங்கள் உள்ளன. இவை முள்களுடைய அல்லது முள்களற்ற மரங்களாகவோ புதர்ச் செடிகளாகவோ கொடிகளாகவோ வளர்பவை. இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகள் உடையவை. அ. ஆரிகுலிபார்மிஸ் (*A.auriculiformis*), அ.மினோசைலான் (*A.melanoxylon*) ஆகியவை சிறு செடிகளாக இருக்கும்போது நன்கு வளர்ச்சியுற்ற இலைகளுடனிருக்கும். ஆனால் செடி வளர, வளர, இலைக் காம்புகள் தட்டையாகச் சிற்றிலைகளற்று இலை போன்று மாறிவிடும். இவற்றைக் காம்பிலைகள் (phyllodes) என்பர். மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை; பிரிந்தோ இணைந்தோ காணப்படலாம்; கனிகள் பல்வகைத் தோற்றமுடையவை.

பித்தக்கலோபியம். இதில் மொத்தம் 200 சிற்றினங்கள் உண்டு. இந்தியாவில் 7 சிற்றினங்கள் உள்ளன. இது முள்களற்ற அல்லது முள்களுடைய புதர்ச்செடி. இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகளும், எண்ணற்ற மகரந்தத் தாள்களும் உள்ளன. கனிகள் சுருண்டு காணப்படும். இதன் கட்டை விறகுக்குப் பயன்படுகிறது. கொடிக்காப்புள்ளி, கோணப்புள்ளி, சர்க்கரைப்புளி எனப் பல்வேறு பெயர்களிலும் இது குறிக்கப்படும். விதைகளின் மேற்பரப்பில் வெண்மையான அல்லது செந்நிறமான வளரி உண்டு. கனிகளும் இலைகளும் ஆடுகளுக்கு உணவாகின்றன. இத்தாவரம் வேலிகள் அமைப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

காலியாண்டரா. இதில் 100 சிற்றினங்கள் உண்டு. இந்தியாவில் 2 சிற்றினங்களுண்டு. முள்களற்று மரங்களாகவோ புதர்ச்செடிகளாகவோ வரும் தன்மையுடையது. சிலவற்றில் கிளை நுனிகள் முள்கள் போன்றிருக்கும். மலர்கள் தலை மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்றவை; ஒரே கற்றையானவை; சிற்றினங்கள் அழகுக்காக பூங்காக்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

லூசினா. மொத்தம் 50 சிற்றினங்களில், இந்தியாவில் ஒரே சிற்றினமுண்டு. முள்களற்ற மரம் இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகள் உடையது. அல்லி இதழ்கள் பிரிந்தவை; மகரந்தத் தாள்கள் 10; பிரிந்தவை; இதன் இலைகள் பசுந்தாள் உரமாகவும், கால்நடைகளின் தீவனமாகவும் பயன்படுகின்றன. இதனால் இது பெருமளவில் வனத் துறையினரால் வளர்க்கப்படுகிறது.

சைலியா. மொத்தமுள்ள 15 சிற்றினங்களில் இந்தியாவில் ஓரினமேயுண்டு. முள்களற்ற இம்மரம் இரட்டைக் கூட்டிலைகளையுடையது. மலர்கள் வட்டமான தலை மஞ்சரியாக அமைந்துள்ளன. மகரந்தத் தாள்கள் 10; இணையானவை; கனிகள் பெரியவை; கனித்தோல் கட்டைத் தன்மையுடையது.

அக்ரோகார்பஸ். இதில் 3 சிற்றினங்களுள்ளன. இந்தியாவில் ஒரு சிற்றினமுண்டு. முள்களற்ற மரம் இரட்டைச் சிறகு வடிவக் கூட்டிலைகள் உடையது. மகரந்தத் தாள்கள் 5; பிரிந்தவை; கனிகளின் ஒரு பக்கத்தில் இறக்கை போன்ற வளரியுண்டு.

சாமானியா. இது 20 சிற்றினங்களையுடையது. இந்தியாவில் ஒரு சிற்றினம் மட்டுமேயுண்டு. முள்களற்ற மரம் இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகளையுடையது. சிற்றிலைகள் தூங்கும் இயக்கமுடையவை. மலர்கள் தலை மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. எண்ணற்ற மகரந்தத் தாள்கள் ஒரே கற்றையில் இணைந்தவை.

பார்க்கியா. மொத்தமுள்ள 40 சிற்றினங்களில் இந்தியாவில் 4 சிற்றினங்களுண்டு. முள்களற்ற இம்மரம், இரட்டை இறகு வடிவக் கூட்டிலைகளை உடையது. மலர்கள் உருண்டையாகத் தலை மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. அல்லிகள் இணைந்தவை; மகரந்தத்தாள்கள் 10; ஒரே கற்றையாக இணைந்தவை; இதன் கனிகள் தட்டையானவை.

– கா. ராஜசேகரன்

துணைநூல். G.H.M. Lawrence, *Taxonomy of Vascular Plants*, Oxford and IBH Ltd, New Delhi, 1964.

தொட்டிப் பயிர்

தாவரங்கள் யாவும் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய ஊட்டச் சத்துகளை மண்ணிலிருந்தே வேர்கள் மூலம் எடுத்துக் கொள்கின்றன. நிலத்து மண் பலவகைத் தன்மையுடையது. இத்தன்மை அடிக்கடி மாறுபடுவதால் நுட்பமான ஆராய்ச்சியை நடத்த அறிவியலார் செயற்கையான, எளிய தொட்டிப் பயிர் வளர்த்தல் முறையை நாடினர். இம்முறையில் மண், மணல், உடைத்த கருங்கல் அல்லது ஊட்டச்சத்துக் கரைசல் மட்டும் அடிப்படையாகப் பயன்படும். பயிர் வளர்வதற்கு வேண்டிய பேரூட்ட மற்றும் நுண்ணூட்டச் சத்துகளைத் தெரிவு செய்த அளவில் நீரில் கரைத்துக் கரைசல் தயாரிக்கப்படுகிறது. முன்னோடியாக ஹோக்லேண்ட்ஸ் மற்றும் ஆர்னான் என்னும் அறிவியலாரால் தெரிவு செய்யப்பட்ட ஊட்டச்சத்துக் கரைசல் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. இப்போது இக்கரைசல், தயாரிப்பில் சிறிது மாற்றம் செய்யப்பட்டும், ஒவ்வொரு பயிருக்கும் தனியாகத் தெரிவு செய்யப்பட்டும் கையாளப்படும். ஊட்டச்சத்துக் கரைசல் தயாரிக்கும்போது அதன் அமில - காரநிலை (5.5 - 7.5), இயற்பியல் தன்மை, நீரின் வேதித்தன்மை குறைவு, ஆக்சிஜன் அளவு ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். நெல், தக்காளி, மக்காச்சோளம் போன்ற பயிர்களைத் தொட்டிகளில் ஊட்டச்சத்துக் கரைசல் கொண்டு வளர்த்து, ஆராய்ச்சியை வெற்றிகரமாக முடித்துள்ளனர்.

மரம், செடி, கொடி ஆகிய அனைத்துத் தாவர இனங்களும் வளர நீர், நிலம், காற்று, சூரிய ஒளி ஆகியவை இன்றியமையாதவை. செடிகளின் வளர்ச்சிக்கு தேவையான ஊட்டச்சத்துகள் (கார்பன் தவிர) யாவும் முக்கியமாக மண்ணிலிருந்தே கிடைக்கின்றன. இதனால் செடிகளின் வேர்கள் மண்ணில் பரவலாக ஊடுருவி ஊட்டச்சத்துகளை எடுத்துக் கொள்கின்றன. முதன் முதலாக டிட்மர் என்பார் 15 -30 செ.மீ. ஆழமுள்ள தொட்டியில் சிகேல் பயிரிட்டு 623 கி.மீ. நீளம் கொண்ட வேர்கள் வளர்ந்துள்ளமையைக் கண்டார். ஹால் போன்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள் கதிரியக்க ஆய்வு மூலம் மக்காச்சோளம் விதைத்து, 14 வாரம் சென்றபின் பார்த்ததில் 6 மீ. ஆழத்திற்கு மேலும், 10மீ. சுற்றியும் வேர்கள் வளர்ந்துள்ளமையைக் கண்டனர். நிலநீர், வேர்களுக்கு ஊட்டச்சத்துகளைத் தருகிறது. எனவே விரைவாக வளரும் வேர்கள் யாவும் நிலநீரில் மூழ்கியிருக்கும் எனலாம். நாப்ஸ், சாக்ஸ் என்போரால் தயாரிக்கப்பட்டுத் தற்போது ஹோக்லாண்ட்ஸ், ஆர்னான் என்போரால் தெரிவு செய்யப்பட்ட ஊட்டச்சத்துக் கரைசல் பரவலாகக் கையாளப்படுகிறது.

1. மலர்த்தொட்டி	4.விதை முளைக்க உணவளித்தல்
2. மலர் வளரும் மண்	5. இலை தோன்றும்போது மண்ணை நீரால் நனைத்தல்
3. விதைகளை நனைத்தல்	6. விதை முளைப்புக்குப்பின் தொட்டிக்குள் வைக்கப்படல்

சாதாரணமாக அமில-கார நிலை 5.5 - 7.5 என அமைதல் சிறந்தது. ஏனெனில் இந்நிலையில்தான் பேரூட்டச் சத்துகளும் நுண்ணூட்டச் சத்துகளும் வளரும் செடிகளுக்கு வேண்டிய அளவு சமமான அளவில் கிடைக்கும். மேலும் அமில-கார நிலையில் மாறுதல், கரைசலின் ஆக்சிஜன் குறைநிலைகளையும் மாற்றும். சான்றாக அமில-கார நிலை 8.0 இருக்கும்போது, இரும்புச்சத்து கரையாத நிலையில் இருக்கும். இந்நிலை செடிகளுக்குக் கிடைப்பதில்லை. இதுபோல் எடை மிகுந்த மற்ற நுண்ணூட்டச் சத்துகள் கிடைப்பதும் பாதிக்கப்படும். மேலும் பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற எதிர்மின் அயனிகள், அமில- காரநிலை 9.0இல் அனைத்துப் பாஸ்ஃபரசும் $(HPO_4)_2$ ஆக மாறி, செடிகளுக்குக் கிடைக்காத நிலை ஏற்படுகிறது. இந்தக் கார-அமில நிலையைக் கட்டுப்படுத்த, செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ரெசின் என்னும் பொருள் வாரக்கணக்கில் கரைசலின் அமில-கார நிலையை 4.2 - 4.5 எனத் தக்க வைத்துக்கொள்கிறது எனக் கண்டனர்.

ஊட்டச் சத்துக் கரைசலில் உப்பின் அளவு அதிகமாக ஆக, நீரின் வேதித் தன்மை குறைகிறது. இதனால் வேர்ச் சவ்வுகளின் மூலம் ஊடுருவிச் செல்லும் நீரின் வேகம் தடைப்படுகிறது. எனவே நீரில் இவ்வேதித் தன்மையின் குறை அளவு ஒரு காற்றழுத்த அளவிற்கு மிகாமல் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

செடி வளர்க்கும் முறை. படத்தில் காணுமாறு நீரில் செடிகள் வளர்ப்பதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்த

வேண்டியிருக்கும். மணல் அல்லது கல் போன்றவற்றையல்லாமல் நேரிடையாக ஊட்டச் சத்துக் கரைசலில் செடிகளை வளர்க்கும்போது, செடிகள் உறுதியாக நிற்பதற்குத் துணை தேவை. சாதாரணமாக ஓரிரு செடிகளைச் சேர்த்துப் பஞ்சு அல்லது செயற்கை நூல்கள் மூலம் இணைத்துத் தொட்டிகளில் வைக்கலாம். தொட்டியில் பக்கவாட்டில் உள்ள வடிகட்டும் குழாய் மூலம் நாள்தோறும் ஒரு முறை கரைசலை வடிகட்டிய பின்பு புதிய கரைசலை ஊற்ற வேண்டும். இதன் மூலம் அமில-கார நிலை, ஊட்டச் சத்துகளின் அளவு ஆகியன சீரான முறையில் வைக்கப்படும். இதுபோல் தக்காளி, மக்காச்சோளம், நெல் போன்ற பயிர்களைத் தொட்டியில் பயிரிட்டு வெற்றிகரமாக ஆய்வை முடித்துள்ளார்.

-அ. அர்ச்சுனன்

துணைநூல். James Underwood Crockett, *Annuals*, Time Life Books, Canada, 1971.

தொடக்கம் (ஆதி)

ஒரு பரிமாணத்தில் (one dimension) அமைந்த நேர்கோட்டில் அமையும் புள்ளிகளை முற்றிலும் குறித்தறிய வேண்டுமானால் அக்கோட்டில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியைத் தொடக்கம் (origin) என்று எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். அப்புள்ளியின் ஒரு புறத்தை நேர் (positive) என்றும் மறு புறத்தை எதிர் (negative) என்றும் கொள்ளலாம். ஆதியிலிருந்து வலப்புறத்தில் வேறு ஒரு புள்ளியை எடுத்துக்கொண்டு அவ்விரு புள்ளிகளுக்கு இடையேயான தொலைவை ஓரலகு (one unit) எனக் கொண்டால் எண் அமைப்பு (number system) முழுவதையும் கொண்டு வந்து, நேர் கோட்டுக்கும் மெய்யெண்கள் கணத்துக்கும் ஒன்றுக்கொன்று ஒத்தியைபு (one to one correspondence) கொண்டு வர முடியும். இதற்கு அடிப்படையாக ஆதி அமைகிறது. ஆனால் ஆதி என்பது தனித்த (absolute) புள்ளியன்று. எப்புள்ளியை வேண்டுமானாலும் ஆதியாகத் தேர்வு செய்ய முடியுமாதலால் ஆதி ஒரு சார் (relative) அமைப்பே ஆகும்.

இதே போன்று ஒரு தளம் முழுவதையும் குறிப்பிட்ட தளத்தில் ஏதேச்சையாக ஒரு புள்ளியை ஆதியாக எடுத்துக் கொண்டு அதன் வழி இரு கோடுகளை (செங்குத்துக் கோடுகளாயின் வசதியாக இருக்கும்) எடுத்துக் கொண்டு அவற்றை அச்சாகக் கொண்டு தளத்தில் உள்ள புள்ளிகளை இரு மெய்யெண்களின் முகவரியால் குறிப்பிடலாம். ஓர் ஆதியையும், அச்சுகளையும் எடுத்துக் கொண்ட பின் வேறு ஆதியையும் அச்சுகளையும் தேர்ந்தெடுத்தாலும் அவற்றுக்கிடையே உள்ள தொடர்புகளை வாய்பாடாக அமைக்கலாம். இரண்டுக்கு மேற்பட்ட பரிமாணங்களானாலும் ஆதி, அச்சுகள் கொண்டு விவரிக்கும் முறை இவ்வாறேயாகும். ஆயத்தொலை வடிவக் கணித அமைப்புக்கு ஆதாரம் ஆதி. கோணத் தொலைவு ஆயங்களைப் (polar coordinates) பயன்படுத்தும்போதும் ஆதியினைத் தேர்ந்தெடுத்து அமைக்க வேண்டியுள்ளது. இங்கே ஆதி, முனைவு (pole) என்று கூறப்படுகிறது.

- எஸ். சந்தானகிருஷ்ணன்

தொடர்

பல எண்களைக் கொண்ட வரிசையைத் தொடர் (series) எனக் குறிப்பிடுவது வழக்கம். ஒரு குறிப்பிட்ட நிபந்தனைக்குட்பட்டு அமையப்பெறும் எண்களின் வரிசையும் தொடர் (progression) எனப்படும். வரிசையிலுள்ள ஒவ்வோர் எண்ணும் தொடரின் ஓர் உறுப்பு எனப்படும். தொடரிலுள்ள உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை ஒரு முடிவுடைய எண்ணாக இருப்பின், அத்தொடர் முடிவு டைய தொடர் என்றும், முடிவில்லாமல் இருக்குமானால் முடிவிலா தொடர் என்றும் குறிப்பிடப்படும். தொடர்களில் அடிப்படையாகக் கருதப்படுபவை கூட்டுத் தொடர் (arithmetic progression), பெருக்கு தொடர் (geometric progression), இசைத்தொடர் (harmonic progression) ஆகியவையாகும்.

கூட்டுத்தொடர். ஒரு தொடரில் அடுத்தடுத்துள்ள எந்த இரண்டு உறுப்புகளின் வேறுபாடும் ஒரு மாறாத எண்ணாக இருக்குமானால், அத்தொடர் கூட்டுத்தொடர் ஆகும். இதைச் சுருக்கமாக A.P. எனக் குறிப்பிடுவர். காட்டாக, $1 + 6 + 11 + 16 + 21 + \ldots\ldots$ என்னும் தொடரில், வேறுபாடு 5 ஆகும். வேறுபாடு மாறாமலிருப்பதே தொடர் அமையப் பயன்படும் நிபந்தனையாகும். பொதுவாக, ஒரு கூட்டுத்தொடர் $a + (a + d) + (a + 2d) + \ldots . + (a + \overline{n-1}\, d)$ என்னும் அமைப்பிலிருக்கும். a தொடரின் முதல் உறுப்பையும், d

மாறாத பொது வேறுபாட்டையும் குறிக்கின்றன. n ஆம் உறுப்பு $(a+\overline{n-1}d)$ ஆகும். ஒரு கூட்டுத்தொடரின் முதல் n உறுப்புகளின் கூட்டுத்தொகையை $S_n = \frac{n}{2}\left[2a + \overline{n-1}d\right]$ என்னும் வாய்பாட்டால் கணிக்க முடியும்.

பெருக்கு தொடர். ஒரு தொடரிலுள்ள எந்த இரண்டு அடுத்தடுத்த உறுப்புகளின் விகிதமும் மாறாமல் இருந்தால், அத்தொடர் பெருக்கு தொடர் (G.P.) எனப்படும். $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ ...., $1 + 3 + 9 + 27 + 81 + \ldots$ ஆகியவை பெருக்கு தொடருக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். முதல் தொடரில் மாறா விகிதம் 1/2 உம், இரண்டாம் தொடரில் 3உம் ஆகும். பொதுவாகக் குறிப்பிடப்படும் பெருக்கு தொடர் $a + ar + ar^2 + are + \ldots + ar^{n-1}$ இல் a முதல் உறுப்பும், r பொது விகிதமும் ஆகும். இங்கு n ஆம் உறுப்பு ar^{n-1} ஆகும். ஒரு பெருக்கு தொடரில் முதல் n உறுப்புகளின் கூடுதல் காண, $S_n = \frac{a(r^n - 1)}{r-1}$; $r < 1$ ஆனால் $S_n = \frac{a(1 - r^n)}{1-r}$ என்னும் வாய்பாடுகள் பயன்படுகின்றன. மேலும் $r < 1$ ஆக இருக்கும்போது தொடர், முடிவிலியானால் அதன் கூட்டுத்தொகை $S_\infty = \frac{1}{1 - r}$ ஆகும்.

இசைத் தொடர். $a_1, a_2, a_3, \ldots$ எண்களை உடைய தொடர் ஒரு கூட்டுத் தொடரானால், $\frac{1}{a^1}\ \frac{1}{a^2}\ \frac{1}{a^3}$ எண்களை உடைய தொடர் இசைத் தொடர் (H.P.) எனப்படும். அதாவது கூட்டுத்தொடரின் எண்களின் தலைகீழ் மதிப்புகள் இசைத்தொடரின் எண்களாகும்.

$a + (a+d)\ (a+2d) + \ldots + (a+n\text{-}1d) + \ldots$ ஒரு கூட்டுத் தொடர் ஆதலால் $\frac{1}{a}\ \frac{1}{a+d} + \ldots \frac{1}{a+2d} + \ldots \frac{1}{a+\overline{n-1}a} +$ இசைத்தொடராகும். இசைத் தொடரின் கூடுதல் காணத் தனி வாய்பாடுகள் கிடையாது. இசைத்தொடரில் கொடுக்கப்படும் கணக்குகளின் தீர்வுகள் காண அத்தொடருக்கு ஒப்பான கூட்டுத்தொடரைக் கண்டுபிடித்து இவற்றின் மூலம் இசைத்தொடரின் தீர்வு காணவேண்டும்.

தொடர்களின் இடையெண்கள். மூன்று எண்களை உடைய கூட்டுத்தொடரில், மைய எண், மற்ற இரண்டு எண்களுக்கிடையே உள்ள கூட்டிடை (arithmetic mean) எனப்படும். a, x, b ஆகிய மூன்று எண்களின் கூட்டிடை $x = \frac{a+b}{2}$ நான்கு எண்கள் கூட்டுத்தொடரிலிருந்தால், இரண்டு, மூன்றாம் எண்கள் கூட்டிடை எண்களாகும். n இடையெண்களை உடைய கூட்டுத் தொடரில் n கூட்டிடை எண்கள் உள்ளன. கூட்டிடை எண்ணை a என்னும் குறியீட்டால் குறிப்பது வழக்கம். பெருக்கு தொடரில் a, x, b என்னும் மூன்று எண்களிருந்தால் இதன் பெருக்கிடை (geometric mean) $x = \pm\sqrt{ab}$; $x^2 = ab$ ஆகும். இதை G எனக் குறிப்பிடலாம். n இடையெண்களை உடைய பெருக்கு தொடரில் n பெருக்கிடைகள் உள்ளன. a, x, b இசைத்தொடர், ஆனால் $\frac{1}{a}\ \frac{1}{x}\ \frac{1}{b}$ கூட்டுத் தொடரில் அமையும். இந்த இசைத்தொடரின் இசையிடை ஆகும். H, $\frac{2\,ab}{a + b}$ x = A, G, H என்னும் மூன்று இடைகளும் $G^2 = AH$ என்னும் தொடர்புடையனவாக இருக்கும். அதாவது A, G, H என்பன பெருக்கு தொடரில் உள்ளனவென்றும் மற்றும் $A > G > H$ என்றும் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

- பங்கஜம் கணேசன்

தொடர் கணிப்பு முறை

இயற்கணித, வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள், இடைமதிப்புக் காணல் போன்றவற்றின் எண்சார் தீர்வுகளைப் படிப்படியாகத் தோராயங்களாகக் கணக்கிடும் செய்முறை தொடர்கணிப்பு முறை (iteration method) எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, $f(x) = 0$ என்னும் சமன்பாட்டின் மெய் மூலங்களை இம்முறைப்படி பின்வருமாறு காணலாம்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு சமன்பாட்டை $x = \phi(x)$ என்னும் அமைப்பில் மாற்றி இதன் ஒரு மூலம் தோரயமாக x எனக் கொள்ளலாம். இதிலிருந்து $x_1 = \phi(x_0)$ ஐக் கணக்கிட வேண்டும். இவ்வாறாகவே, $x_2 = \phi(x_1)$; $x_3 = \phi(x_2)$ ...... $x_n = \phi(x_{n-1})$ எனத் தொடர்ந்து, பொருளுடைய இலக்கங்கள் (significant figures) கிடைக்கும் வரை கணக்கிடுதல் வேண்டும். $\phi(x)$ இன் வகைக் கெழுவான $\phi^1(x)$ ஒன்றை விடக் குறைவாக இருந்தால்தான், தொடர் ஒருங்கலாகும் என்பது ஒரு நிபந்தனையாகும். இந்நிபந்தனைக்குட் படாவிட்டாலும், வகைக்கெழுவின் மதிப்பு தொடர்ந்து குறையாவிட்டாலும், தொடர் கணிப்பு முறையை விட்டு, ஏதேனும் பிற முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

காட்டாக $x^3 + x^2 - 1 = 0$ என்னும் சமன்பாட்டின் தீர்வைத் தோராயமாகத் (approximate) தொடர் கணிப்பு முறையில் காணலாம். இதையே $x^2(x+1) = 1$ எனவும் அல்லது $x^2 = \frac{1}{x+1}$ எனவும் குறிக்கலாம்.

$$x = \frac{1}{\sqrt{x+1}} = \phi(x) \qquad ....(1)$$

(அ-து)

$$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{x+1}}$$

$$\phi(x) = \frac{-1}{2(x+1)^{3/2}}$$

$$|\phi(x)| = \frac{1}{2} \times \frac{1}{|(x+1)|^{3/2}} < 1 \qquad .....(2)$$

$x_1, x_1, x_3 .... x_n, x_{n+1}$ என்னும் தொடர் குவிதற்குச் சமன் (2) என்னும் கட்டுப்பாடு தேவையாகிறது.

சமன்பாடு:

$$f(x) = x^3 + x^2 - 1 = 0$$

$$f(0) = -1, < 0$$

$$f(1) = 1, > 0$$

ஆகையால் 0.1 இவற்றிற்கிடையே ஒரு தீர்வு உள்ளது. இத்தீர்வை $x_0 = 0.75$ எனத் தோராயமாகக் கொண்டால், சமன்பாடு (1) இன் படி,

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{x_0 + 1}} = \frac{1}{\sqrt{0.75 + 1}} = 0.7559$$

$$x_2 = \frac{1}{\sqrt{x_1 + 1}} = \frac{1}{\sqrt{0.7559 + 1}} = 0.7547$$

$$x_3 = \frac{1}{\sqrt{x_2 + 1}} = \frac{1}{\sqrt{0.7547 + 1}} = 0.7549$$

$$x_4 = \frac{1}{\sqrt{x_3 + 1}} = \frac{1}{\sqrt{0.7549 + 1}} = 0.7548$$

இவ்விதம் எவ்வளவு முறை வேண்டுமானாலும் தொடரலாம். பல முறைகளுக்குப் பிறகு ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பே மீண்டும் மீண்டும் கிடைக்கும். இம்மதிப்பையே சமன்பாட்டின் தீர்வாகக் கொள்ளலாம்.

பிகார்டின் தொடர் கணிப்பு முறை (Picard iteration method)

இது வகைக் கெழுச் சமன்பாட்டின் தீர்வு காணும் முறைகளில் ஒன்றாகும். $x = x_o$ ஆக இருக்கும்போது $y = y_o$ ஆனால், $y^1 = f(x, y)$ என்னும் சமன்பாட்டின் தீர்வு $y = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(x, y)\,dx$ என்னும் தொகைச் சமன்பாட்டு அமைப்பில் எழுதலாம்.

மேலும் $y_1 = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(x, y_0)\,dx$ என்னும் தீர்வைத் தோராயமாகக் கணக்கிடலாம். இவ்வாறாக,

$$y_2 = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(x,y)\,dx$$

$$y_n = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(x,y_{n-1})\,dx$$ எனப் படிப்படியான தோராய மதிப்புகளைக் கணிக்க வேண்டும்.

ஆயிலர் முறை (Euler method). x_0, y_0, y^1_0 ஆகிய மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் $y^1 = f(x,y)$ என்னும் வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டிற்குத் தொடர் முறைக் கணிப்பு வழித் தீர்வு காணலாம். மிகச் சிறிய மதிப்பாக $x = h$ எனக் கொண்டு, $x_1 = x_c + h$ இல் தோராயமான வகைக் கெழுச்சமன்பாடு $y^1_1 = y_o + hy_o^1$ ஆகும். x_1 இல் y_1 இன் தோராயம் $y^1_1 = f(x, y_1')$ எனக் கிடைக்கும். இவ்வாறாகத் தொடர்ந்து தோராய மதிப்புகளைக் கணக்கிடலாம். ஆயினும் இம்முறையில் மிகத் துல்லியமான மதிப்பு கிடைக்காது.

- எல். இராசகோபாலன்
- பங்கஜம் கணேசன்

தொடர்ச்சி அலை ராடார்

இவ்வகை ராடார்களில் தொடர் ராடார் அலைத் தொடர்களே பயன்படுத்தப்படும். இவ்வகை ராடாரின் அலை பரப்பி உணர்சட்டமும் அலை ஏற்பி உணர்சட்டமும் தொடர்ந்து செயல்பட வேண்டி யிருக்கும். எனவே அவற்றைத் தனித் தனியாக அமைத்துக் கொள்வது சிறந்தது. இதற்கு மாறாகத் துடிப்பு அலைகளைப் பயன்படுத்துகிற அமைப்பு களில் ஒரே உணர்சட்டம் துடிப்புகளை வீசுகிற அலைபரப்பியாகவும், துடிப்புகளுக்கு இடையிலுள்ள கால இடைவெளியில் அலை ஏற்பியாகவும் செயலாற்றும். தொடர் அலை அமைப்புகளில் உணர்சட்டங்களைத் தனித்தனியாக அமைக்கும் குறைபாடு தனிமைப்பாட்டு மின்சுற்று அமைப்பு (isolation circuitry) மூலம் தவிர்க்கப்படுகிறது.

இந்த முறையில் அலை பரப்பி உணர்சட்டத்திலிருந்து வெளிப்படும் சைகையில் 200 வாட் வரையான ஆற்றல், அலை ஏற்பி உணர்சட்டத்தை அடையாமல் தடுக்கப் பட்டுவிடுகிறது. துடிப்பு வகை ராடார் அமைப்புகளில் 200 கிலோ வாட் சைகைகளைக் கொண்டு எவ்வளவு தொலைவுக்கு அலைகளை அனுப்பித் திரும்பப் பெற முடியுமோ, அதே தொலைவுக்கு அலைகளை அனுப்பித் திரும்பப் பெற 200 வாட் செயல் திறனுள்ள ஒரு தொடர் அலை ராடார் அமைப்பினால் முடியும். ஏனெனில் சராசரியைக் கணக்கிட்டுப் பார்க்கிறபோது இரண்டு வகையிலும் திறனுள்ள சைகைகளை அனுப்பித் திரும்பப் பெற வேண்டுமானால் அலை பரப்பவும் அலை ஏற்கவும் தனித்தனியான உணர்சட்டங்களைப் பயன்படுத்தியாக வேண்டும்.

தொடர் அலை ராடார் அமைப்புகள் எதிரலைகளில் தோன்றும் டாப்ளர் விளைவை அளவிடுவதன் மூலம் இலக்கின் பயணத் திசையையும் வேகத்தையும் மிகவும் துல்லியமாகக் கணக்கிட உதவுகின்றன. இது அவற்றின் ஒரு முக்கியமான தனிச் சிறப்பு. ஒரு துடிப்பு நீடிக்கிற நேரம் மிகுதியாக இருந்தால், அதன் அதிர்வெண்ணை அளவிடுவதில் உள்ள துல்லியமும் மிகுதியாக இருக்கும். தொடர் ராடாரில் எதிரலைகளை நீண்ட நேரத்துக்கு இடைவிடாது பதிவு செய்து பகுப்பாய்வு செய்ய முடிகிறது. துடிப்பு அலைகளில் இது இயலாது. அடுத்து பெரும் நெடுக்கத் துலக்கப் பணிகளுக்குத் தொடர் அலை ராடார் மிகக் குறைந்த சைகை ஆற்றலைச் செலவழிக்கிறது. இதற்கு மாறாகத் துடிப்பு வகைக் கருவிகள் போதுமான சைகை ஆற்றலை உண்டாக்குவதற்காக மிகப் பெரும் உச்ச நிலை ஆற்றலைக் குறுகிய துடிப்புகளாக்கிச் செலுத்த வேண்டியிருக்கிறது.

இலக்கின் தொலைவைக் காணத் தொடர் அலை வகை ராடார் வெளியிடும் சைகைகளில் ஏதாவது ஒரு விதத்தில் அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்ய வேண்டும். பொதுவாகக் கையாளப்படுகிற ஒரு சிறப்பான உத்தியில், பரப்பப்படுகிற சைகையில் ஊர்தி அலை அதிர்வெண் ஒரு சீரான வீதத்தில் ஏற்றி இறக்கப்படுகிறது. பரப்பப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண்ணுக்கும் மீண்டு வரும் எதிரலையின் அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடு, அலையைத் திருப்பி அனுப்பிய இலக்கின் தொலைவுக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். இவ்வாறு இலக்கின் தொலைவைக் கணக்கிட, பரப்பப்பட்ட அலையின் அதிர்வெண்ணும் எதிர்வரும் அலையின் அதிர்வெண்ணும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் இலக்கின் தொலைவு கணக்கிடப்படுகிறது. இந்த முறையைக் கையாளுகிற அமைப்புகள் அதிர்வெண் பண்பேற்றத் தொடர் அலை ராடார்கள் (FM-CW radars) எனப்படுகின்றன. இவற்றின் தொலைவு அளவீட்டின் துல்லியம் அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின் பட்டை அகலத்தைப் (bandwidth) பொறுத்தது. அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தின்போது தோன்றும் உயர் அதிர்வெண்ணுக்கும் சிறும அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையிலான வேறுபாடு பட்டை அகலம் எனப்படுகிறது. இதன் அடிப்படையிலேயே அதிர்வெண் பண்பேற்றத் தொடர் அலை ராடார் அமைப்புகளின் தொலைவு அளவிடும் திறனும் துடிப்பு

வகை ராடார் அமைப்புகளின் தொலைவு அளவிடும் திறனும் ஒப்பிடப்படுகின்றன. துடிப்பு அலை ராடார்களின் துடிப்பின் அகலத்தின் தலைகீழ் மதிப்பு அலைப் பட்டை அகலம் என அளவிடப்படுகிறது. இரண்டு வகைகளிலும் பட்டை அகலம் சமமாயிருந்தால், அவற்றின் தொலைவு அளவிடும் திறனும் சமமாயிருக்கும்.

அதிர்வெண் பண்பேற்ற-தொடர் அலை ராடார் அமைப்புகளின் ஒரு திருத்திய வடிவில் தொடர் அலைகளுக்குப் பதிலாக நீண்ட அலைத் துண்டுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றை மிக நீண்ட துடிப்புகளாகவே மதிக்கலாம். இவையும் அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட ஊர்தி அலையின் மூலமாகவே பரப்பப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்புகள் துடிப்புச் சுருக்க வகை ராடார்கள் (pulse compression radars) எனப்படுகின்றன. இவற்றில் தொலைக் கணிப்பு துடிப்புப் பட்டை அகலத்தை சார்ந்ததாக இராமல் அதிர்வெண் பண்பேற்ற நெடுக்கத்தை மட்டுமே சார்ந்து இருக்கும். இந்தத் தொலைவும் கணிப்பின் துல்லியம் மிகச் சிறிய அலைத் துடிப்பைப் பயன்படுத்துகிற உத்தியினால் பெறப்படும் கணிப்பின் துல்லியத்தை ஒத்திருக்கிறது. மிக நீண்ட அலையைப் பயன்படுத்தி, மிகச் சிறிய அலைத் துடிப்பினால் கிடைக்கக்கூடிய பலனைப் பெற முடிவதால் இப்பெயர் இடப்பட்டது. அலைத் துடிப்பு நீண்டதாயிருப்பதால், நீண்ட நேரத்துக்குத் தரம் மாறாத வகையில் டாப்ளர் இடப்பெயர்ச்சிகளை அளவிட்டுத் திசைவேகங்களை மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிட முடிகிறது. ஒரு ராடார் கருவியின் தொலைவுக் கணிப்பு நெடுக்கம் மொத்த சைகை ஆற்றலை சார்ந்ததாகும். எனவே மிகு நீண்ட துடிப்புகளைப் பயன்படுத்துகிறபோது, அலைபரப்பி குறைந்த ஆற்றல் செலவில் இயங்க முடிகிறது. துடிப்பு வகை ராடார்களைவிட நீண்ட அலை வகை ராடார்களில் ஆற்றல் செலவு கணிசமாகக் குறைகிறது.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொடர்ச்சியான சார்பு

I என்னும் இடைவெளியைச் (interval) சார்ந்த x_o என்னும் புள்ளியில் f(x) என்னும் சார்பு பின்வரும் தன்மையைப் பெற்றிருந்தால், அது xo இடத்தில் தொடர்ச்சிச் சார்பு (continuous function) எனப்படும்.

$$\text{எல்லை}_{x \to x_0} f(x) = f(xo)$$

இதையே, கீழ்க்காணுமாறு மற்றொரு விதத்திலும் கூறலாம்.

$\in$ > O கொடுக்கப்பட்டால்,

$$|x - x_o| < \delta \Rightarrow |f(x) - f(x_0)| < 0$$

என இருக்குமாறு, $\delta > 0$ என்னும் எண்ணைக் காணமுடியும். இடைவெளி I இலுள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளிடத்தும் சார்பு தொடர்ச்சியாக இரு ந்தால், அது I என்னும் இடைவெளியில் தொடர்ச்சியாக உள்ளது எனப்படும்.

x என்னும் மாறி x_o ஐ இடப் பக்கத்திலிருந்து அணுகும்போது, f(x) இன் எல்லை $x \overset{\text{எல்லை}}{\to} x_0 - 0\ f(x) = f(x_0)$ என இருந்தால் அதாவது எல்லை என இருந்தால்

f(x), x_o இடத்தில் இடப் பக்கத்திலிருந்து தொடர்ச்சி யானது (continuous from left) எனப்படுகிறது.

இதேபோல, x என்னும் மாறி x_o ஐ வலப் பக்கத்திலிருந்து அணுகும்போது, f(x) இன் எல்லை $f(x_o)$ என இருந்தால் அதாவது எல்லை

$x \overset{\text{எல்லை}}{\to} x_0 + 0\ f(x) = f(x_0)$ என இருந்தால் f(x), xo இடத்தில் வலப் பக்கத்திலிருந்து தொடர்ச்சியானது. (continuous from right) எனப்படுகிறது.

ஒரு சார்பு f (x), x_o இடத்தில் தொடர்ச்சியாக இருக்க வேண்டுமானால், அது இந்தப் புள்ளி x_o இன் இடப் பக்கத்திலிருந்தும், வலப் பக்கத்திலிருந்தும் தொடர்ச்சியாக இருத்தல் வேண்டும். அதாவது எல்லை

$x \overset{\text{எல்லை}}{\to} x_0 - 0\ f(x) =$ எல்லை

$x \overset{\text{எல்லை}}{\to} x_0 + 0\ f(x) = f(x_0)$ என இருத்தல் வேண்டும்.

காட்டாக, f (x)=x^2 என்னும் சார்பை மெய்யெண் களம் R (real field R) முழுவதிலும் கருதலாம். x_o ஒரு மெய்யெண் எனலாம்.

$$\text{எல்லை}_{x \to x_0}\ x^2 = x_o^2 \text{ என உள்ளது.}$$

ஆகையால் இச்சார்பு மெய்யெண் களம் முழுவதிலும் தொடர்ச்சியாக உள்ளது. தொடர்ச்சியில்லாத சார்புக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு:

$$f(x) = \frac{e^{1/x} - e^{-1/x}}{e^{1/x} + e^{-1/x}};\ x \neq 0$$

$= 1; x = 0$ எனலாம்.

$x_o = 0$ எனலாம்.

இடக் கைப் பக்க எல்லை எல்லை f (o - h) எல்லை

$$\frac{e^{-1/h} - e^{1/h}}{e^{-1/h} + e^{1/h}} = \text{எல்லை } h \to 0\ \frac{e^{-2/h} - 1}{e^{2/h} + 1} = -1$$

வலக் கைப்பக்கஎல்லை $h \to 0$ f (o + h)

$$= \text{எல்லை } h \to 0\ \frac{e^{1/h} - e^{-1/h}}{e^{1/h} + e^{-1/h}}$$

$$= \text{எல்லை } h \to 0\ \frac{1 - e^{-2/h}}{! + e^{-2/h}} = +1$$

ஆதலால் இரண்டு எல்லைகளும் சமமல்ல. ஆகையால் o இடத்தில் சார்பு தொடாச்சியாக இல்லை.

தொடர்ச்சியில்லாத சார்புகளின் வகைகள். (types of discontinuities)

1. எல்லை f (x) இருக்கிறது. ஆனால் அது f (x_o) க்குச் சமமில்லை.

இப்போது f(x) க்கு, x_o இடத்தில் நீக்கத் தகுந்த தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது. (f (x) has removable discontinuity of x_o) இங்கே எல்லை.

$x \to x_0$ f(x) = f(x_o) என வரையறுத்துத் தொடர்ச்சியின்மையை நீக்கிவிடலாம்.

2. எல்லை $x \to x_0 - 0$ f(x) இருக்கிறது. ஆனால் அது f (x_o) க்குச் சமமில்லை. இப்போது f(x)க்கு x_o இடத்தில் இடமிருந்து முதல்வகைத் தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது. (f(x) has discontinuity of I kind from left at x_o)

3. எல்லை $x \to x_0 + 0$ f(x) இருக்கிறது. ஆனால் அது f (x_o) க்குச் சமமில்லை. இப்போது f(x) க்கு x_o இடத்தில் வலமிருந்து முதல்வகைத் தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது. (f(x) has discontinuity of I kind from right at x_o)

4. எல்லை $x \to x_0 - 0$ f(x) மற்றும் $x \to x_0 + 0$ f(x) இருக்கின்றன. ஆனால் அவை சமமல்ல. இப்போது f (x)க்கு x_o இடத்தில் முதல்வகைத் தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது. (f(x) has discontinuity of I kind at x_o).

5. எல்லை $x \to x_0 - 0$ f(x) இல்லையென்றால், f(x) க்கு x_o இடத்தில் இடமிருந்து இரண்டாம் வகைத் தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது. (f(x) has discontinuity of II kind from left at x_o).

6. எல்லை $x \to x_0 + 0$ f(x) இல்லையென்றால் f(x) க்கு x_o இடத்தில் வலமிருந்து இரண்டாம் வகைத் தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது. (f(x) has discontinuity of II kind from right at x_o)

7. எல்லை $x \to x_0 - 0$ f(x) மற்றும் எல்லை இல்லை என்றால் f(x) க்கு xo இடத்தில் இரண்டாம் வகைத் தொடர்ச்சியின்மை இருக்கிறது, f(x) has discontinuity of II kind of x_o.)

தொடர்ச்சிச் சார்பின் இயற்கணிதம் (algebra of continuous functions)

1. f(x), g(x) இவை, x_o இடத்தில் தொடர்ச்சியாக இருந்தால் (f(x) +g(x) உம், x_o இடத்தில் தொடர்ச்சியாக இருக்கும்.

2. (f(x), g(x) இவை, x_o இடத்தில் தொடச்சியாக இருந்தால் f(x) g (x) உம், x_o இடத்தில் தொடர்ச்சியாக இருக்கும்.

3. f(x), g (x) இவை x_o இடத்தில் தொடர்ச்சியாக இருந்து, $g(x_0) \neq 0$ என இருந்தால் x_o இடத்தில் $\frac{f(x)}{g(x)}$ உம் தொடர்ச்சியாக இருக்கும்.

4. f (x), x_o இடத்தில் தொடர்ச்சியாக இருந்தால் / f (x) / உம், x/ $_o$ இடத்தில் தொடர்ச்சி இருக்கும். இதுபோன்ற முடிவுகள் மிகுதியாக உள்ளன.

இடைமதிப்புத் தேற்றம் (intermediate value Theorem)

[a, h] என்னும் மூடிய இடைவெளியில் f (x) தொடர்ச்சியாக இருந்தும், f (a), f (h) இவற்றிற்கிடையில் c என்னும் எந்த மதிப்பும் இருந்தால், f(x) = c என இருக்குமாறு x என்னும் எண் [a, h] இல் இருக்கும்.

எதிர்மறைச் சார்புத் தேற்றம் (inverse function Theory)

[a, h] என்னும் மூடிய இடைவெளியில் f(x) தொடர்ச்சியாகவும் ஒன்றுக்கொன்றாகவும் இருந்தால் [f (a), f (h)] என்னும் மூடிய இடைவெளியில் $f^{-1}(x)$ என்னும் சார்பும் தொடர்ச்சியாக இருக்கும்.

சீரான தொடர்ச்சி (uniform continuity)

I என்னும் இடைவெளியில் f(x) வரையறை செய்யப்பட்டது எனலாம். x, y இவை I இல் ஏதேனும் இரண்டு எண்கள் எனலாம். $\in > 0$ கொடுக்கப்படலாம். $|x - y| < \delta \Rightarrow |f(x) - f(y)| < 0$ என இருக்குமாறு என்னும் மிகையெண் காணப்பட்டால் f (x), I இல் சீரான தொடர்ச்சி கொண்டுள்ளது எனப்படும். இங்கு , $\in$ ஐ மட்டுமே பொறுத்திருக்கும். x, y ஆகியவற்றைப் பொறுத்திராது.

சீரான தொடர்ச்சிக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு

$f(x) = x^2, 1 \leq x \leq 4$

$$|f(x) - f(y)| = |x^2 - y^2|$$

$$|x - y|\,|x + y|$$

$$\leq |x - y|\,(4+4)$$

$$\leq 8\,|x-y|$$

$$\leq \in |x-y| < \frac{\in}{8}$$

அதாவது $|x-y| < 8, 8 = \frac{\in}{8}$ என இருந்தால், இவ்விதம் , $\in$ ஐ மட்டும் பொறுத்துள்ளது. ஆகையால் மேற்காணும் சார்பு (1, 4) என்னும் மூடிய இடைவெளியில் சீரான தொடர்ச்சி கொண்டுள்ளன எனலாம்.

- எஸ்.இராசகோபாலன்

தொடர்ச்சியின் சமன்பாடு

இச்சமன்பாடு இயற்பியலின் பல பிரிவுகளில் இடம்பெற்றுள்ளது. இயக்கவியல் புலக்கொள்கையில் மின்னூட்டம் பாதுகாக்கப்படுகிறது. அல்லது எந்தவொரு பகுதியிலும் மின்னூட்ட அதிகரிப்பு வீதம், அப்பகுதியில் பாயும் மின்னோட்டம் i இற்குச் சமமாக இருக்கும்.

S என்னும் பரப்பால் மூடப்பட்ட பகுதியின் பருமன் V எனில், இதைச் சமன்பாடு (1) இல் குறிப்பிட்டவாறு தொகையீட்டு வடிவில் எழுதலாம்.

$$\int_s i.\,n ds = \int_v \nabla.\, i dv = -\frac{\partial}{\partial t}\int_v \rho dv \qquad (1)$$

இங்க ρ என்பது மின்னூட்ட அடர்த்தி; n என்பது S என்பதற்குச் செங்குத்தான அலகு திசையன் (unit vector) ஆகும்.

கால் விரிதல் கொள்கையின்படி, மின்னோட்டம், மின்னூட்டம் ஆகிய இரண்டும் S என்னும் வளைவரையால் எல்லைக்குட்படுத்தப்பட்ட பரப்பின்மீது வரையறுக்கப் படுகின்றன.

$$\oint i \sin\theta ds = \frac{-d}{dt}\int_s \rho ds \qquad (2)$$

இங்கு θ என்பது ds மற்றும் i இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட கோணம்; இது மின்னோட்டம் கடக்கும் எல்லையின் பரப்பு, அந்தப் பரப்பில் அதிகரிக்கும் மின்னூட்ட வீதத்திற்குச் சமம் என்பதை வரையறுக்கிறது. சமன்பாடு (1) இல் பருமன் ஒரு கட்டுப்பாடற்ற (arbitrary) மதிப்பாகும். எனவே இரண்டு சமன்பாடுகளிலுமுள்ள தொகையீட்டுச் சார்புகள் (integrands) சமமாகும். இது வகைக்கெழு வடிவத்தைச் சமன்பாடு (3) இல் உள்ளவாறு கொடுக்கிறது.

$$\nabla.\, i = \frac{\partial i_x}{\partial x} + \frac{\partial i_y}{\partial y} + \frac{\partial i_z}{\partial z} = \frac{-\partial \rho}{\partial t} \qquad (3)$$

இங்கு i_x, i_y, i_z என்பன i இன் செங்குத்துக்கூறுகள் (rectangular components) ஆகும். மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள், சமன்பாடு (3) ஐ நிறைவு செய்கின்றன. இயங்கும் மின்னூட்டத்துகள்களுக்குச் சமன்பாடு (3) பின்வருமாறு மாறுபடுகிறது.

$$\nabla . \rho v = \rho \left(\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = \frac{-\partial \rho}{\partial t} \quad (4)$$

இங்கு i, p ஆகியன சைன் வடிவத்தில் நேரத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. இவை சிக்கல் எண்கள் ஆதலால் e^{jwt} ஆல் பெருக்கப்பட வேண்டும். இப்பெருக்கலின் மெய்ப்பகுதி, வீச்சு, கட்டம், நேரம் சார்ந்தமை ஆகியவற்றைக் கொடுக்கிறது.

- பெ.துரைசாமி

தொடர் பயிர்

நிலத்தைத் தரிசாக விடாமல் ஒரே ஆண்டில் இரண்டு அல்லது மூன்று பயிர்கள் ஒரே நிலத்தில் தொடர்ச்சியாகப் பயிர் செய்யப்படுவது தொடர் பயிர் வளர்த்தலாகும். முதல் பயிர் பூக்கும் பருவத்தின்போது - அதாவது, அப்பயிர் அறுவடைக்கு 15 நாள் முன்பே, இரண்டாம் பயிர் விதைக்கப்படுகிறது அல்லது நடவு செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு சாகுபடி செய்யப்படுவதால் குறுகிய காலத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பயிர்கள் சாகுபடி செய்யப்பட்டு மிகு வருவாய் பெறுவதுடன் ஒவ்வொரு பயிருக்கும் செய்யப்படும் நிலம் தயார் செய்யும் செலவும் எஞ்சும். மேலும் ஈரப்பதத்தையும், ஊட்டச் சத்துகளையும் திறம்படப் பயன்படுத்த முடியும். நிலத்தைத் தரிசாக விட்டால் புல் வளர்ச்சி, மண் அரிப்பு ஆகிய குறைபாடுகள் ஏற்படும்.

நெல்லுக்கு அடுத்து உளுந்து அல்லது பாசிப்பயிறு சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. சம்பா அல்லது தாளடி நெல் அறுவடைக்கு 15 நாள் முன்பு உளுந்து அல்லது பாசிப்பயிறு நிறுத்தப்படுவதால், நிலத்திலுள்ள சரியான ஈரப்பதம், விதைகள் முளைத்துவளர ஏற்றதாக உள்ளது. நெல் அறுவடையின்போது இவை உழவர் முதலியோர் கால்களால் அழுத்தப்பட்டு, நன்முறையில் வேர் பிடித்து வளர உதவும்.

இரு பயிர்கள் சாகுபடி செய்வதால், செடி வளர்ச்சியில் ஒன்றுக்கொன்று போட்டித் தன்மைக்கு வாய்ப்பிருந்தபோதும், எதிர் விளைவு மிக மிகக் குறைவாகும். ஏனெனில் இரண்டாம் பயிரை, முதல் பயிர் அறுவடை சமயத்தில் நடவு செய்வர். அதாவது முதல் பயிர் முதிர்ச்சிப் பருவத்தை அடைந்துவிடுகிறது. மேலும் இச்சாகுபடித் திட்டம் அங்குள்ள தட்பவெப்ப நிலையையும், மழை அளவையும் பொறுத்தமையும். கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் ஆய்வு நடத்தியதில் முதல் பயிராகச் சோளமும், அடுத்த தொடர் பயிராகக் கொண்டைக் கடலைப் பயறும் சாகுபடி செய்வது சிறந்த பயிர்த்திட்டம் என்றறியப்பட்டது. இங்குச் சோள அறுவடைக்கு இரு வார முன்பு கொண்டைக் கடலை விதைக்கப்படுகிறது. விதைப்பு அல்லது நடவு முறையில் சீர் செய்து, தொடர் பயிர் செய்தலை ஆய்வு செய்தில் பின்வரும் முறை சிறந்ததெனக் கண்டறியப்பட்டது. முதல் பயிராக மக்காச்சோளம் விதைக்கப்பட்டது. இதற்கிடையில் தீவன மக்காச்சோளம் விதைக்கப்பட்டது. 50 நாள் கழித்துத் தீவன மக்காச்சோளம் தட்டோடு அறுக்கப்பட்டு அந்த இடத்தில் பருத்தி விதைக்கப்பட்டது. இம்முறையில் பருத்தி விளைச்சல் குறையவில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இத்தொடர் பயிர்த் திட்டத்தில் உரிய காலத்தில் செய்யும் சாகுபடி முறைகள் இன்றியமையாதவை. தவறினால் ஒவ்வொரு பயிரையும் சாகுபடி செய்யும் பருவம் தள்ளிப்போவதுடன் விளைச்சலும் பாதிக்கப்படும். குறைவான சாகுபடிச் செலவைக் கொண்டு, நல்ல பராமரிப்புடன் சாகுபடி செய்தலே தொடர் பயிர்த் திட்டத்தின் வெற்றிக்கு வழியாகும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகள்

ஒரு செய்திப் பரிமாற்ற அமைப்பில் உள்ள ஒரு நிலையத்தைப் பிறிதொரு நிலையத்துடன் இணைப்பதற்கு உதவுகிற தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளும், நெறிப்படுத்துங் கருவிகளும் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு (switching system) எனப்படும். தொலைபேசி அமைப்புகளில் தொடர்பு மாற்ற மையங்கள் மைய அலுவலகங்கள் எனக் குறிப்பிடப்படும்.

எண் அளிப்புத் திட்டம். இது ஒவ்வொரு முக்கிய தொலைபேசி நிலையத்தையும் கண்டுணரும் வகையில் அமைய வேண்டும். இதனால் அதற்கு அனுப்பப்படும் அழைப்புகளைச் சரியாகச் செலுத்த முடியும். ஒவ்வொரு முக்கிய நிலையத்தையும் தனிப்படுத்திக் காட்டுகிற வகையில் போதுமான எண்ணிக்கையில் இலக்கங்களும் சங்கேத எழுத்துக்களும் எண் அளிப்புத் திட்டத்தில் (numbering plan) இடம் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

ஒரு தொலைபேசி மையம் 10,000 தொலைபேசிச் சந்தாதாரர்களுக்குப் பயன்படுவதாகக் கொள்ளலாம். 0000 - 9999 வரையான நான்கு இலக்க எண்களைப் பயன்படுத்தி ஒவ்வொரு இன்றியமையா நிலையமும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இவை அனைத்தும் எப்போதும் பயன்பட்டுக் கொண்டிருக்க வேண்டிய கட்டாயம் இல்லை.

ஒரு நகரில் பத்தாயிரத்துக்கு மேற்பட்ட தொலைபேசிகள் உள்ளபோது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மைய அலுவலகங்கள் நிறுவப்படும். ஒவ்வொரு மைய அலுவலகமும் ஒரு குறிப்பிட்ட பெயரால் குறியிடப்படும். அந்தப் பெயரில் ஒன்று அல்லது இலக்கங்கள், சொற்பெயர்கள் அல்லது இலக்கங்களுடன் கூடிய சொற்பெயர்கள் இருக்கலாம். இந்தப் பெயர்கள் மைய அலுவலகச் சங்கேதக் குறியீடுகள் எனப்படும். தொடர்பு மாற்றக் கருவி இயக்குபவர் அச்சங்கேதக் குறியீட்டை மட்டும் கவனத்தில் கொண்டு இயக்கினால் போதும். அழைப்பு அந்தக் குறிப்பிட்ட மைய அலுவலகத்தைச் சென்றடைந்துவிடும். இறுதியிலுள்ள எண்களின் உதவியுடன் அந்த மைய அலுவலகம் அழைக்கப்பட்ட தொலைபேசிக்கு அழைப்பை அனுப்புகிறது.

ஏழு இலக்கங்கள் வரை பயன்படுத்துகிற எண் அளிப்புத் திட்டம் ஒரு நாட்டிலுள்ள அனைத்துத் தொலைபேசிகளுக்கும் பணியாற்றப் போதுமானதாக இராது. எனவே மாநில வாரியாகப் பிரித்துக் கொண்டு ஒவ்வொரு மாநிலத்துக்கும் வெவ்வேறு எண் அளிப்புத் திட்டங்கள் அறுதியிடப்படுகின்றன. மிகப் பெரிய மாநிலங்கள் மேலும் சில நிலப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எண் அளிப்புத் திட்டங்களைப் பெற்றிருக்கும். இரண்டு எழுத்து - ஐந்து இலக்க எண் அளிப்புத் திட்டத்தில் 640 மைய அலுவலகச் சங்கேதக் குறியீடுகள் மட்டுமே அமைக்கப்படுகின்றன. 500க்கு மேற்பட்ட மைய அலுவலகங்கள் இராத வகையில் எண் அளிப்புத் திட்டப் பரப்புகள் அறுதியிடப்படும்.

மைய அலுவலகங்கள், எண் அளிப்புத் திட்டப் பரப்புகள் ஆகியவற்றிற்குத் தனித் தனியான சங்கேத எண்களிருக்கும். எனவே ஒரு தொலை தூரச் சந்தாதாரரை அழைப்பதற்கு எண் சுழற்று அமைப்பில் முதலில் எண் அளிப்புத்திட்டப் பரப்பு வட்டாரத்தில் சங்கேத எண்ணையும் அடுத்து மைய அலுவலகத்திற்கான சங்கேத எண்ணையும் சுழற்றி விட்டு இறுதியாகச் சந்தாதாரரின் தொலைபேசி எண்ணைச் சுழற்ற வேண்டும். இணைப்பகப் பணியாளரை அழைப்பதற்கும், தகவல் தெரிந்து கொள்வதற்கும், பராமரிப்புப் பணிப் பிரிவை நாடுவதற்கும் கூடத் தனித் தனியான சங்கேதக் குறியீட்டு எண்கள் அறுதியிடப்படுகின்றன.

ஆளியக்கத் தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகள். இத்தகைய அமைப்புகளில் ஒருவர் தாம் பேச விரும்புகிற நபரின் தொலைபேசி எண்ணை இணைப்பகப் பணியாளரிடம் தெரிவிக்கிறார். பணியாளர் இரண்டு தொலைபேசிகளையும் இணைக்கிறார். இந்த முறையில் உள்ளூர்த் தொடர்பு மாற்ற வகை , வெளியூர் சுங்கத் தொடர்பு மாற்ற வகை என இரண்டு வகைகள் உண்டு. ஒரு நகருக்குள்ளிருக்கிற இரண்டு தொலைபேசிகளை இணைப்பது உள்ளூர்த் தொடர்பு மாற்ற வகை எனப்படுகிறது. வெவ்வேறு நகரங்களிலுள்ள இரண்டு தொலைபேசிகளை இணைப்பது சுங்கத் தொடர்பு மாற்ற வகை எனப்படுகிறது. இக்காலத்தில் ஆளியக்கு அமைப்புகள் வழக்கொழிந்து வருகின்றன.

உள்ளூர்த் தொடர்பு மாற்ற வகையில் ஒருவர் தம் தொலைபேசியின் கைப்பிடிக் கருவியைத் தாங்கியிலிருந்து எடுத்ததும் இணைப்பகத்தில் உள்ள தொடர்பு மாற்றப் பலகையில் உள்ள ஒரு விளக்கு எரியும். இணைப்பகப் பணியாளர் ஓர் இரட்டை முனைக் கம்பியின் ஒரு செருகு முனையை விளக்கிற்குக் கீழேயுள்ள செருகு துளையில் சொருகி, அழைப்பவருடன் இணைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கிறார். அழைப்பவர் தாம் அழைக்க விரும்பும் தொலைபேசியின் எண்ணை இணைப்பகப் பணியாளரிடம் தொவிக்கிறார். பணியாளர் இரட்டை முனைக் கம்பி வடத்தின் பிறிதொரு முனையை அழைக்கப்படும் தொலைபேசிக்கான செருகு துளையில் செருகி இரண்டு தொலைபேசிகளுக்கும் இடையில் தொடர்பு உண்டாக்குகிறார்.

அழைக்கப்படும் தொலைபேசி வேறு ஒரு மைய அலுவலகத்தைச் சேர்ந்ததாக இருந்தால், பணியாளர் அழைப்பை அலுவலக இணைப்புக் கம்பி வடத்தின் மூலம் அந்த மைய அலுவலகத்தின் தொடர்பு மாற்ற அமைப்புப் பலகைக்கு அனுப்புகிறார். அங்குள்ள பணியாளர் தொடர்பு கொண்டதும், முதல் பணியாளர் அவரிடம் இணைப்புக் கொடுக்க வேண்டிய தொலைபேசியின் எண்ணைத் தெரிவிக்கிறார். அவர் அழைக்கப்படுகிற தொலைபேசிக்கான செருகு துளையில் முனையைப் பொருத்தித் தேவையான இணைப்பை ஏற்படுத்துகிறார்.

வெளியூர்த் தொலைபேசி இணைப்புகள் செய்யப்படும்போது இடையில் ஒரு கட்டணப் பதிவுப் பணியாளரும் பங்கு பெறுகிறார். அவர் அழைப்பின் எண்ணிக்கையையும் செய்திப் பரிமாற்றம் நீடித்த நேரத்தையும் பதிவு செய்து அதற்குரிய கட்டணங்களைக் கணக்கிடுகிறார். அத்தகவல்கள் பின்னர்க் கட்டண வசூலிப்புப் பிரிவுக்கு அனுப்பப்படும். இரண்டு நகரங்களுக்கிடையில் நேரடியான சுங்கக் கட்டணக் கம்பிப் பாதை மூலம் அழைப்புகள் செலுத்தப்படும். இக்காலத்தில் சுங்கக் கட்டணப் பதிவுகள் எந்திரமயமாக்கப்பட்டு வருகின்றன.

குறுக்குத் தண்டு அமைப்பு. இந்த அமைப்பில் குறுக்குத் தண்டுத் தொடர்பு மாற்றியும், இரண்டு

• தொலைபேசிகளுக்கு இடையில் தொடர்பை ஏற்படுத்திக் கொடுப்பதில் குறுக்குத் தண்டுத் தொடர்பு மாற்றிகளின் செயல்பாட்டை நெறிப்படுத்த உதவுகிற குறிப்பின் அமைப்பும் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த உறுப்புகள் ஆகும். எ-டு: 20 செங்குத்துச் சுற்றுப் பாதைகளையும், 10 கிடைச்சுற்றுப் பாதைகளையும் கொண்ட ஒரு குறுக்குத் தண்டுத் தொடர்பு மாற்றியை எடுத்துக்கொள்ளலாம். அதில் எந்த ஒரு செங்குத்துப் பாதையையும் ஏதாவது ஒரு கிடைப் பாதையுடன் இணைக்கக் கூடிய எந்திர அமைப்பு உள்ளது. எனவே, இந்தத் தொடர்பு மாற்றியில் 200 குறுக்குச் சந்திகள் இருக்கும். கிடைப் பாதைகளும், செங்குத்துப் பாதைகளும் இணையும் இடங்கள் அஞ்சல் வகையைச் சேர்ந்தவை. இந்த அமைப்பில் 5 குறுக்குத் தண்டுகள் இருக்கும். எனவேதான் இவ்வகைத் தொடர்பு மாற்றி, குறுக்குத் தண்டு அமைப்பு (cross bar system) எனப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு குறுக்குத் தண்டும் இரண்டு கிடைப்பாதை வரிசைகளுக்கு நடுவில் அமைந்திருக்கும். இரண்டு மின்காந்தங்களும் ஒரு வண்ணத்துப்பூச்சி வடிவில் அமைந்த மின்னகம் அடங்கிய ஓர் உறுப்பின் உதவியால் ஒரு குறுக்குத் தண்டை இரண்டு திசைகளிலும் சிறிய கோணத்தில் சுழற்ற முடியும். குறுக்குத் தண்டை மேல் திசையிலோ, கீழ்த் திசையிலோ சுழற்றினால் விரல்களைப் போல் அமைந்துள்ள தேர்வு முனைகள் மேலே அல்லது கீழேயுள்ள இணைப்பிடங்களில் அமரும். ஒவ்வொரு செங்குத்துப் பாதையின் அடியிலும் உள்ள ஒரு செங்குத்துப் பிடிப்புக் காந்தம் இயங்கிக் குறுக்குச் சந்தியை மூடிவிடும். பத்துத் தேர்வுக் காந்தங்களில் ஒன்றையும் இயக்குவதன் மூலம் எந்த ஒரு குறுக்குச் சந்தியையும் மூடிவிட முடியும்.

ஒவ்வொரு குறுக்குச் சந்தியிலும் 3, 4, 5 அல்லது 6 இரட்டைத் தொடுமுனைகள் இருக்கும். 20 செங்குத்துப் பாதைகளுடன் தொலைபேசிக் கம்பிகளும் பத்துக் கிடைப்பாதைகளுடன் இணைப்பக இணைப்பு வடங்களும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் ஓர் அமைப்பை எடுத்துக் கொண்டால் தக்க குறுக்குச் சந்தியை இயக்கி எந்த ஒரு தொலைபேசிக் கம்பியையும் எந்த ஓர் இணைப்பக இணைப்பு வடத்துடனும் இணைக்க இயலும். மேலும் பல தொடர்பு மாற்றிகளைச் சேர்ப்பதன் மூலமும், இணைப்பக இணைப்புகளுக்கு எவ்வளவு எண்ணிக்கையில் வேண்டுமானாலும் தொலைபேசித் தொடர்புகளை ஏற்படுத்த முடியும். குறுக்குத் தண்டு அமைப்பில் ஒரே நேரத்தில் பத்து அழைப்புகள் செல்ல முடியும். ஆயினும் இணைப்புகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகவே ஏற்படும்.

குறுக்குத் தண்டுத் தொடர்பு மாற்றிகளை இணைத்து மிகுதியான இணைப்புகளைப் பெறலாம். இம்முறையில் முதன்மை அடுக்கில் பத்துத் தொடர்பு மாற்றிகளும் இரண்டாம் அடுக்கில் பத்துத் தொடர்பு மாற்றிகளும் உள்ளன. முதல் அடுக்கில் உள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட தொடர் மாற்றியின் பத்துக் கிடைப்பாதைகளை இரண்டாம் அடுக்கில் உள்ள பத்துத் தொடர்பு மாற்றிகளில் ஒவ்வொன்றிலும் உள்ள ஒவ்வொரு கிடைப்பாதையுடன் இணைத்து விடுவர். இதேபோல முதல் அடுக்கில் எஞ்சியுள்ள ஒன்பது தொடர் மாற்றிகளும் இரண்டாம் அடுக்கிலுள்ள மற்றக் கிடைப்பாதைகளுடன் இணைக்கப்படும். தக்க குறுக்குச் சந்திகளை இணைப்பதன் மூலம் முதல் அடுக்கில் உள்ள 200 செங்குத்துப் பாதைகளில் ஒன்றினை, இரண்டாம் அடுக்கில் உள்ள 200 செங்குத்துப் பாதைகளில் ஒன்றுடன் தொடர்பு கொள்ளச் செய்யலாம்.

குறுக்குத் தண்டு அமைப்பில் இணைப்புகள் பல அஞ்சல்கள் அடங்கிய குறிப்பான் (marker) எனப்படும் தொகுப்பினால் நெறிப்படுத்தப்படுகின்றன. குறுக்குத் தண்டு, பன்மை இணைப்பு அஞ்சல்கள், பிற வகை அஞ்சல்கள் அனைத்தும் விரைவாக இயங்குகிற, சிறு நகர்வுள்ள அஞ்சல் வகை உறுப்புகளால் அமைக்கப்படுகின்றன. விரைவான இயக்கத்தின் காரணமாகத் தொடர்பு ஏற்படுத்த ஆகும் நேரம் குறைகிறது. அதிக எண்ணிக்கையிலான அழைப்புகள் குறுகிய கால இடைவெளிகளில் விடுக்கப்படுகின்ற சூழ்நிலைகளில், குறைந்த எண்ணிக்கையிலான குறிப்பான்களையும், பிற கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளையும் பயன்படுத்திச் செயல்பட உதவும்.

அமெரிக்க வகைக் குறுக்குத் தண்டு அமைப்பில் சில சிறப்பான ஏற்பாடுகள் உள்ளன. பழைய எண் சுழற்று அமைப்பில் தொடர்பு மாற்றிகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இயக்கப்படுவதைப்போல் அன்றி ஒரு குறுக்குத் தண்டு தொடர்பு மாற்றி அலுவலகத்தில் ஓர் அழைப்புத் தோன்றியதும், தொடர்பு மாற்றிகளில் அழைக்கும் தொலைபேசிக் கம்பியின் இடம் குறியிடப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் அழைக்கப்படும் தொலைபேசிக் கம்பி அல்லது வெளிச்செல்லும் இணைப்பக இணைப்புக் கம்பிவடத்தில் இடமும் குறியிடப்படும். அதன்பின் குறிப்பான் குறுக்குத் தண்டு தொடர்பு மாற்றிகளில் ஓய்வாயிருக்கும் ஒரு பேச்சுப் பாதையைத் தேர்ந்தெடுத்துக் குறியிடப்பட்ட முனைகளுக்கிடையில் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொடுக்கிறது. அத்துடன் அந்தப் பேச்சுப் பாதையில் உள்ள அனைத்துத் தொடு புள்ளிகளையும் ஒரே நேரத்தில் மூடி விடவும் செய்கிறது. பேச்சு முடியும் வரை அந்தப் பேச்சுப் பாதை செயலாக்க நிலையில் பேணப்படும்.

பழைய எண் சுழற்று அமைப்புகளைப் போலல்லாமல் குறுக்குத் தண்டு அமைப்பிலுள்ள குறிப்பான், அழைக்கப் படும் அலுவலகத்திற்குச் செய்தியனுப்பப் பல மாற்றுப் பாதைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும் திறன் பெற்றிருக்கிறது. செய்தி சென்று கொண்டிருக்கும் பேச்சுப் பாதையில் ஏதேனும் கோளாறு ஏற்பட்டாலும் அதைக் குறிப்பான் கண்டுபிடித்துப் பேச்சை வேறு ஒரு பாதை மூலமாகத் திருப்பி விட்டுச் செய்திப் பரிமாற்றத்தைத் தொடர வைக்கிற வகையில் குறுக்குத் தண்டு மின் சுற்றுகள் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதே நேரத்தில் எந்தப் பேச்சுப் பாதையில் எந்த இடத்தில் கோளாறு ஏற்பட்டது என்பதையும் பதிவு செய்து, பேணும் பிரிவுக்கு அனுப்புகின்றன.

5ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டுத் தொடர்பு மாற்றி அமைப்பு. இந்த அமைப்பு உள்ளூர் மைய அலுவலகங்களில் பயன்படுகிறது. உள்ளூர் இணைப்புகளுக்குத் தொடர்பு மாற்றம் செய்வதை முதன்மையான பணியாகக் கொண்டது. எனினும் கட்டணச் செய்திப் பாதைகள், வரிசை இணைப்பக இணைப்புப் பாதைகள் ஆகியவற்றிற்கும் பணியாற்றுமாறு அதை மாற்றி அமைக்கலாம். தனியான கட்டணச் செய்திப் பாதைகளும், வரிசை இணைப்பக இணைப்புப் பாதைகளும் தேவைப்படுகிற அளவுக்குச் செய்திப் பரிமாற்றங்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாக இராதபோது இத்தகைய மாற்றியமைப்புகள் செய்யப்படுகின்றன.

இந்த அமைப்பில் தொலைபேசிக் கம்பி இணைப்பு (line link), இணைப்பக இணைப்பு (trunk link) என்னும் இரு வகைத் தொடர்பு மாற்றிச் சட்டங்கள் பயன்படுகின்றன. தொலைபேசிக் கம்பி இணைப்புச் சட்டத்தில் தொலைபேசி இணைப்புகளும் இணைப்பக இணைப்புச் சட்டத்தில் இணைப்பக இணைப்புக் கம்பி வடங்களும் இடம்பெறும். ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் ஒரு முதன்மை-துணை வகைத் தொடர்பு மாற்ற வலையமைப்பு உள்ளது. 60 தொலைபேசிக் கம்பிச் சட்டங்கள் வரையும் 30 இணைப்பக இணைப்புச் சட்டங்கள் வரையும் உயர்ந்த அளவாக ஒருங்கிணைக்கப்பட்டுக் கருவிக்கூறு அல்லது குறிப்பான் குழு என அமைக்கப்படும்.

ஒவ்வொரு கம்பிச் சட்டமும் பிற இணைப்பக இணைப்புச் சட்டங்களுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு கம்பிச் சட்டமும் 290 தொலைபேசிகளைக் கையாளக் கூடியதாயிருக்கும். கூடுதலான குறுக்குத் தண்டு தொடர்பு மாற்றிகளைச் சேர்த்து 50, 50 தொலைபேசிக் கம்பிகளாகக்கூட்டிக் கொண்டே போய், உயர்ந்த அளவாக 590 தொலைபேசிகளைக் கையாளக்கூடிய அளவுக்குக் கம்பிச் சட்டத்தின் திறனை உயர்த்த முடியும்.

ஒரு சந்தாதாரர் தம் தொலைபேசியின் கைப்பிடிக் கருவியைத் தாங்கியிலிருந்து எடுத்ததும் ஆயத்த ஒலிக் குறிப்பான் (dial tone marker) என்னும் கருவி தொலைபேசியைக் கம்பிச் சட்டங்கள், இணைப்புச் சட்டங்கள் ஆகியவற்றின் மூலமாக ஓய்வாயிருக்கிற ஒரு தோன்றுமிடப் பதிவாக்கியுடன் இணைக்கிறது. அந்தப் பதிவாக்கி சந்தாதாரர் எண்களைச் சுழற்றத் தொடங்கலாம் எனத் தெரிவிக்கப் பயன்படும் குறிப்பான் ஆயத்த ஒலியை அழைக்கும் தொலைபேசிக்கு அனுப்புகிறது. அழைக்கப்படும் தொலைபேசியும், அழைக்கும் தொலைபேசியும் ஒரே அலுவலக வட்டத்திற்குள் இருந்தால், ஒரு நிறைவாக்குங் குறிப்பான் தொடர்பை ஏற்படுத்துவதற்குத் தேர்ந்தெடுக்கப் படுகிறது. அழைக்கப்படும் எண்ணும், அழைக்கும் தொலைபேசியின் கம்பிச் சட்ட இருப்பிடமும் அந்த நிறைவாக்குங் குறிப்பானுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. அது ஓர் எண் குழுவைச் சீர்தூக்கி அழைக்கப்படும் தொலைபேசியின் கம்பிச் சட்ட இருப்பிடத்தைக் கண்டுபிடிக்கிறது. ஓய்வாயிருக்கும் ஓர் அலுவலக இணைப்பக இணைப்பு வடமும், பேச்சுப் பாதைகளும் தெரிந்தெடுக்கப்பட்டு அழைக்கும் தொலைபேசிச் சட்ட இருப்பிடமும் இணைக்கப் படுகின்றன. அவற்றுக்கு நேரான குறுக்குச் சந்திகள் மூடப்பட்டு அழைக்கப்படும் தொலைபேசியிலுள்ள மணி ஒலிக்கத் தொடங்குகிறது. அதன் பிறகு தோன்றுமிடப் பதிவாக்கியுடனான இணைப்பு விடுபட்டுப் போகும்.

அழைக்கப்படும் தொலைபேசி வேறு ஒரு மைய அலுவலகத்தின் சேவைக்குட்பட்டதாய் இருந்தால் நிறைவாக்குங் குறிப்பான் ஒரு வெளிச் செல்லும் இணைப்பைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன்மூலம் வெளி மைய அலுவலகத்துடன் தொடர்பு கொள்ளும். அழைக்கப்படும் என் நிறைவாக்குங் குறிப்பானில் இருந்து வெளிச் சைகை அனுப்பிக்கு மாற்றப்படும். அனுப்பி அந்த எண்ணுக்கான துடிப்புகளை முடிவுறு முனைக்கு அனுப்பும்.

வேறு ஒரு மைய அலுவலகத்தில் விடுக்கப்படும் அழைப்பு குறுக்குத்தண்டு அலுவலகத்தைச் சேர்ந்த ஓர் எண்ணுக்கு வருமானால், அது உள்வரத்துப் பதிவாக்கி என்னும் கருவிக்கு அனுப்பப்படும். அக்கருவி ஒரு நிறைவாக்குங் குறிப்பானுடன் தொடர்பு கொள்ளும். குறிப்பான் தக்க பாதைகள் மூலம் அழைக்கப்படும் தொலைபேசியுடன் இணைப்பை உண்டாக்கும்.

5ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டு கருவி, அழைப்புகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் காலத்தைத் தாமாகவே அளவிட்டு ஒரு காகித நாடாவில் துளைகளாகப் பதிவு செய்து கட்டண அறுதியீட்டுப் பிரிவுக்கு அனுப்ப வல்லது. உள்ளூர்த்

தொலைபேசிகளுக்கு இடையிலான செய்திப் பரிமாற்றங்களைப் பொறுத்த வரை அழைப்புகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்றபடிக் கட்டணமும் விதிக்கப்படும். வெளியூர் அழைப்புகளில் செய்திப் பரிமாற்றத்தின் காலமும் கணக்கிடப்பட வேண்டியிருக்கும். உள்ளூர் அழைப்புகளுக்கான தகவல்களில் அழைக்கின்ற தொலை பேசியின் எண்ணும், அழைப்புகளின் எண்ணிக்கையும் மட்டுமே காகித நாடாவில் பதிவு செய்யப்படும். வெளியூர் அழைப்புகளில் அழைக்கின்ற தொலைபேசி எண், அழைக்கப்படும் தொலைபேசி எண், தொடர்பு ஏற்பட்ட நேரம், தொடர்பு துண்டிக்கப்பட்ட நேரம், செய்திப் பரிமாற்றம் நீடித்த நேரம் ஆகியவை பதிவு செய்யப்படுகின்றன. அவற்றிலிருந்து தானியங்கி எந்திரங்கள் தகவல்களையும், விவரங்களையும், கட்டணங்களையும் அச்சிட்டுப் பற்றுச் சீட்டுகளாக மாற்றி வைக்கின்றன.

5ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டு அமைப்பு அனைத்து வகையான தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளுடனும் ஒத்துப்போக வல்லது. இது தன்னை ஒத்த இன்னொரு 5ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டு அமைப்புக்குப் பல அதிர்வெண்களிலிருக்கும் துடிப்புகளை அனுப்பவும், வேறு 5ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டு அமைப்பிலிருந்து வருகிற அதே போன்ற துடிப்புகளை வாங்கவும் கூடியவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் படிப்படிக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தி அலுவலகங்களுக்கு ஆயத்த ஒலித் துடிப்புகளை அனுப்பவும், அலுவலகத்திலி ருந்து அவற்றைப் பெறவும் இதனால் முடியும். ஆளியக்கு இணைப்பகங்களுடனும் அது துடிப்புகளையும் தகவல்களையும் பரிமாறிக்கொள்ளும்.

4A எண் குறுக்குத் தண்டு தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு. நீண்ட தொலைவில் அமைந்துள்ள இரண்டு நகரங்களுக்கு இடையில் கட்டண அடிப்படையில் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் அழைப்புகளைக் கையாள இவ்வமைப்பு பயன்படுகிறது. கட்டண அடிப்படையிலான செய்திப் பரிமாற்றத்தை எந்திரமயமாக்க இது செயல்படுகிறது. பெரு நகரங்களில் உள்ள செய்திப் பரிமாற்றத்தைக் கையாள இது வடிவமைக்கப்பட்டது.

இவ்வமைப்பில் இரண்டு முக்கிய தொடர்பு மாற்றச் சட்டங்கள் இருக்கும். அவற்றை உள் அழைப்பு இணைப்புச் சட்டம் எனவும், வெளிப்போக்கு அழைப்பு இணைப்புச் சட்டம் எனவும் குறிப்பிடலாம். உள்வரும் அழைப்புகள் ஆளியக்கு இணைப்பகங்களிலிருந்து வரலாம் அல்லது தானியங்கி இணைப்பகங்களிலிருந்து வரலாம். ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் ஒரு முதன்மைத் துணைத் தொடர்பு மாற்ற வலையமைப்பு இருக்கும்.

ஒரு குறிப்பான் குழுவில் உய்ய அளவாக ஒவ்வொரு வகையையும் சேர்ந்த 40 சட்டங்கள் இருக்க முடியும். இதன் மூலம் அதில் 8000 உள்வரும் அழைப்புகளுக்கும் 12,000 வெளிப்போகும் கம்பி வடங்களுக்குமான இணைப்பு முனைகள் அமைய முடிகிறது. பிறிதொரு குறிப்பான் குழுவைச் சேர்ப்பதன் மூலம் இந்த எண்ணிக்கைகளை இரண்டு மடங்காக உயர்த்தவும் முடியும். எந்த ஓர் உள்வரும் அழைப்பையும் எந்த ஒரு வெளிப்போகும் பாதையிலும் செலுத்தலாம்.

ஒரு 4ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டு அலுவலகத்திற்கு வரும் அழைப்பு உள்வரு சட்டத்தில் தோன்றி உள்வரும் அழைப்பானில் சேருகிறது. அதில் அழைக்கப்படும் தொலைபேசியின் எண் துடிப்பாக மாற்றப்படும். சங்கேதத் துலக்கி அந்தத் துடிப்புகள் செல்ல வேண்டிய பாதையை அறுதியிட்டு அவற்றை ஓய்வாயிருக்கிற ஒரு குறிப்பானுக்கு அனுப்புகிறது. குறிப்பான் உள்வரும் கம்பிப் பாதையை வெளிப்போகும் கம்பிப்பாதையுடன் இணைத்துத் துடிப்புகளை அழைக்கப்படும் தொலைபேசி இருக்கிற நகரத்தில் உள்ள 4 குறுக்குத் தண்டு அலுவலகத்திற்கு அனுப்புகிறது. அங்கு அனுப்பும் பகுதியிலுள்ள சங்கேதத் துலக்கி, அழைப்புச் செல்ல வேண்டிய உள்ளூர் அலுவலகத்திற்குத் துடிப்புகளைத் திருப்பிவிடும். உள்ளூர் அலுவலகம் அவற்றை அழைக்கப்பட்ட தொலைபேசிக்கு அனுப்புகிறது. இரண்டு நகரங்களுக்கிடையில் துடிப்புகள் செல்லவேண்டிய பாதையைத் தானே தீர்மானித்துக் கொள்ளுகிற திறனை 4A அமைப்பு பெற்றிருக்கிறது. ஒரு பாதை ஓய்வாக இராவிடில் அது அடுத்து மாற்றுப் பாதையை ஆய்கிறது. இவ்வாறு செய்தி கடத்தும் பணியைப் பல்வேறு பாதைகளுக்கிடையில் ஓரளவுக்குப் பிரித்தளிக்க முடிகிறது. இது விரைவான, சிக்கனமான செய்திப் பரிமாற்றத்திற்கு உதவும்.

அழைப்பைப் பெறும் நகர்களிலுள்ள கட்டண முறைத் தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகள் 4A குறுக்குத் தண்டு வகையைச் சேர்ந்தவையாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயமும் இல்லை. அவை படிப்படி வகை அல்லது குறுக்குத் தண்டு தொடர் வகையைச் சேர்ந்தவையாக இருக்கலாம். மிகச் சிறிய அலுவலகங்களில் 5ஆம் எண் குறுக்குத் தண்டு வகையாகக்கூட இருக்கலாம். 4A எண் கருவி பல வகையான தொடர்பு மாற்ற மையங்களிலுள்ள தொடர்பு மாற்றிகளை இயக்கத் தேவையான வகையில் துடிப்புகளை அனுப்ப வல்லது. அது தேவைக்கேற்றபடி அழைக்கப்படும் தொலைபேசியின் எண்ணில் சில இலக்கங்களை நீக்கவோ சேர்க்கவோ முடியும். இத்தகைய அமைப்பு நான்கு கம்பித் தொடர்பு மாற்ற முறைக்காக வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

இரண்டு கம்பிகளில் பேச்சு ஒரு திசையிலும் மற்ற இரண்டு கம்பிகளில் பேச்சு எதிர்த் திசையிலும் செல்லும்.

குறுக்குத் தண்டு தொடர் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு. உள்ளூர் அலுவலகங்களுக்குகிடையில் தொடர்பு மாற்றங்களை ஏற்படுத்த இது உதவுகிறது. இதிலும் கம்பித் தொடர்புச் சட்டங்களும் அலுவலகத் தொடர்புச் சட்டங்களும் உள்ளன. ஒரு குறிப்பான் குழுவில் ஒவ்வொரு வகையிலும் இருபது வரையான சட்டங்கள் இருக்கும். உயர்ந்த அளவாக 3200 உள்வரும் அழைப்புகளையும் 4000 வெளிப்போகும் அழைப்புகளையும் இது கையாள வல்லது. கூடுதலான சட்டங்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம் எண்ணிக்கைகளை முறையே 6000க்கும் 6400க்கும் உயர்த்த முடியும். இது 4 கட்டணக் குறுக்குத் தண்டு அமைப்பைவிடச் செயல்திறன் குன்றியது. எனவே 4A அமைப்பு தேவைப்படும் அளவுக்குப் பணிச்சுமை இராத இடங்களில் இந்த அமைப்பு பயன்படும். இந்த அமைப்பில் இரட்டைக் கம்பிச் செய்திக்கடத்தல் முறை பயன்படுகிறது. அதாவது இரண்டு கம்பிகளில் இரண்டு திசைகளிலும் பேச்சு செலுத்தப்பட இயலும்.

படிப்படித் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு. அமெரிக்காவிலும் கனடாவிலும் படிப்படித் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு பயன்பட்டு வருகிறது. அதில் ஓர் இரட்டை இயக்க வகைத் தொடர்பு மாற்றி உள்ளது. அதிலுள்ள மையத்துண்டு படிப்படியாகச் செங்குத்துத் திசையில் நகருவதுடன் படிப்படியாகச் சுழலக் கூடியதாகவும் அமைந்துள்ளது. 1-10 படிகள் வரை அது செங்குத்தாகவோ, சுழன்றோ நகர முடியும். மையத் தண்டில் பல தூரிகைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை அரை வட்டமான ஒரு பரப்பில் அமைந்துள்ள இணைப்பு முனைகளைத் தொடக்கூடிய வகையில் அமைந்துள்ளன. மையத் தண்டைச் செங்குத்தாகவும் வட்டச் திசையிலும் இயக்கச் காந்தங்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இயக்கம் முடிவடைந்ததும் மையத் தண்டைப் பழைய நிலைக்கு மீட்டு வர ஒரு விடுவிப்புக் காந்தமும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் இயக்கத்தை நெறிப்படுத்துகிற பல அஞ்சல் முனைகளும் இவ்வகைத் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பின் கூறுகளாக அமையும்.

ஒவ்வொரு பரப்பிலும் 100 முனைத் தொகுதிகள் 10 செங்குத்து வரிசைகளிலும் 10 கிடை வரிசைகளிலுமாக அமைந்திருக்கின்றன. பரப்பு அரை வட்ட உருளையாக இருக்கும். மையத் தண்டின் அச்சு அந்த அரை வட்டத்தின் மையத்துடன் பொருந்தியிருக்கும். மையத் தண்டின் நீளத்தை அதிகரிப்பதன் மூலமும், மாற்றுத் தூரிகைகளையும் முனைப் பரப்புகளையும் சேர்ப்பதன் மூலமும் தொடர்பு மாற்றிகளையும் கூடுதலான இணைப்பு முனைகளையும் சேர்க்க முடியும்.

தொடர்பு மாற்றிகளில் பாதை கண்டுபிடிப்பான்கள், தேர்ந்தெடுப்பான்கள், இணைப்பான்கள் என மூன்று வகையுண்டு. பாதை கண்டுபிடிப்பான் செங்குத்தான படிகளில் நகர்ந்து பின்னர் வட்டமான படிகளில் திரும்பி இணைப்புத் தேவையான பாதையை எட்டும். அதுபோலத் தேர்ந்தெடுப்பான் செங்குத்தாகவும் பின்னர் வட்டமாகவும் நகர்ந்து ஓய்வாயிருக்கும் பாதையைக் கண்டுபிடிக்கிறது. இணைப்பான், இயங்கித் தொடர்புகளை ஏற்படுத்திக் கொடுக்கிறது.

பெரும்பாலான மைய அலுவலகங்கள் உயர் அளவாக 10,000 தொலைபேசிகளுக்குப் பணியாற்றும் வகையில் அமைகின்றன. எனவே, நான்கு இலக்க எண்களைக் கொண்டு அந்தத் தொலைபேசிகளைக் குறியிட முடியும். இத்தகைய ஓர் அமைப்புக்கான தொடர்பு மாற்ற அமைப்பில் பாதை கண்டுபிடிப்பான்கள், இரண்டு தேர்வுக் கட்டங்கள், இணைப்பான்கள் ஆகியவை அடங்கும். தொலைபேசி எண்ணின் முதலிரண்டு இலக்கங்கள் முதல் இரண்டாம் தேர்வுக் கட்டங்களை இயங்க வைக்கும். இறுதி இரண்டு இலக்கங்கள் இணைப்பானை இயக்கும்.

ஒரே ஓர் அலுவலக இணைப்பகத்தை கொண்ட நகரங்களுக்கு இவ்வகைத் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு போதுமானது.

நான்கு அல்லது ஐந்து இணைப்பாகங்களைக் கொண்ட ஒரு மைய அலுவலகத்திற்குக் கூடுதலாகத் தேர்ந்தெடுக்கும் கட்டம் சேர்க்கப்படுகிறது. இத்தகைய அமைப்பில் ஐந்து இலக்கங்களைக் கொண்ட எண்கள் தொலைபேசிகளுக்கு அளிக்கப்படும். இத்தகைய வலையமைப்பில் உயர்ந்த அளவாக எட்டு இணைப்பகங்கள் அமையும். அலுவலக அடையாளங் காட்டும் எண்களாக 1, 0 ஆகிய இலக்கங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. அவை வழக்கமாக வேறு நோக்கங்களுக்குப் பயனாகின்றன. இதைவிடப் பெரிய வட்டாரங்களுக்குப் பணியாற்ற வேண்டியிருக்கிற படிப்படி மைய அலுவலகங்களும் நாடு முழுவதற்குமாக எண் சுழற்று முறையில் தொடர்பு ஏற்படுத்தும் அலுவலகங்களும் ஏழு இலக்கங்களைக் கொண்ட எண்களையும் ஐந்து தேர்வுக் கட்டங்களையும் பயன்படுத்துகின்றன.

படிப்படித் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு உலகின் பெரும் பகுதிகளில் பயன்பட்டு வருகிறது. குறுக்குத் தண்டு அமைப்பும் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. அவற்றை வெவ்வேறு நிறுவனங்கள் உற்பத்தி செய்கின்றன. அவற்றின் பொதுவான செயல்பாடு ஒரே வகையாக இருந்தபோதிலும் வடிவமைப்பு, உறுப்பு, மின்சுற்று அமைப்பு ஆகியவற்றில் வேறுபாடுகள்

இருக்கும். இரட்டை இயக்கத் தொடர்பு மாற்றிக்குப் பதிலாக ஒற்றை இயக்கச் சுழல் தொடர்பு மாற்றிகள் அல்லது ஒற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படுவது உண்டு. சிறிய அலுவலகங்களுக்கான குறுக்குத் தண்டு அமைப்பில் தொடர்பு மாற்றிகளை நேரடியான கட்டுப்பாட்டில் இயக்க ஏற்றவாறு திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இது ஏறத்தாழப் படிப்படி அமைப்பில் செய்யப்படுவதைப்போல அமைந்துவிடுகிறது.

பலகை அமைப்பு. எந்திரம் மூலம் இயக்கப்படும் இந்த அமைப்பு மிகப் பெரிய நகரங்களில் செயல்படுகிறது. இது ஒரு பொதுவான நெறிப்படுத்தும் அமைப்பாகும். இதில் தேர்ந்தெடுப்பான்கள் மேல் நோக்கிச் செலுத்தப்பட்டு இணைப்புப் பாதையைத் தேர்வு செய்கின்றன. அழைப்பு முடிந்ததும் கீழ் நோக்கி இறக்கப்படும் இணைப்புப் பாதைகளின் இணைப்பு முனைகள் செங்குத்துப் பலகைகளில் பதிக்கப்பட்டிருக்கும். இதனாலேயே இந்த அமைப்புக்குப் பலகை அமைப்பு (panel system) என்று பெயர் வந்தது.

ஒவ்வொரு பலகையிலும் 100 இணைப்பு முனைகள் இருக்கும். ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் ஐந்து பலகைகள் உள்ளன. ஒரு தேர்ந்தெடுப்பான் மேல் நோக்கிச் செலுத்தப்படும்போது அதிலிருந்து துடிப்புகள் புறப்பட்டு அழைப்புத் தோன்றும் அலுவலகத்திலுள்ள அனுப்பும் கருவியைச் சென்றடைகின்றன. அனுப்பும் கருவி துடிப்புகளை எண்ணுகிறது. போதுமான எண்ணிக்கையில் துடிப்புகள் வந்து சேர்ந்ததும் தேர்ந்தெடுப்பான் மேல் நோக்கி நகருவது தடுக்கப்படும். பாதை கண்டுபிடிப்புச் சட்டம் ஒவ்வொன்றிலும் பத்துப் பலகைகள் இருக்கும். ஒவ்வொரு பலகையிலும் 40 இணைப்பு முனைகள் உண்டு. இவ்வாறு ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் 400 பாதைகளுக்கு இடம் கிடைக்கிறது.

சுழல் அமைப்பு. இந்த அமைப்பும் எந்திரம் மூலமாக இயங்குகிறது. இதிலுள்ள தொடர்பு மாற்றிகள் ஒரே திசையில் சுழல்கிற வகையைச் சேர்ந்தவை. பாதை கண்டுபிடிப்பான்கள் 100 அல்லது 200 இணைப்பு முனைகளைத் தேடும் திறன் பெற்றவையாக இருக்கும். குழுத் தேர்ந்தெடுப்பான்கள் 300 இணைப்பு முனைகளையும் கொண்டவையாக இருக்கும். சில சிறிய அமைப்புகளில் அனைத்திற்கும் 100 முனைகளைக் கொண்ட சுழலும் தொடர்பு மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. தொடர்பு மாற்ற இயக்கச் செயல்பாடுகள் துடிப்புகளில் நெறிப்படுத்தப்படுகின்றன.

XY அமைப்பு. இவ்வமைப்பு இரட்டை இயக்கமுள்ள தொடர்புமாற்றியைப் பயன்படுத்துகிறது. காந்தவிசை மூலம் இயங்கும் இதில் 100 இணைப்பு முனைகள் உள்ளன. இந்தத் தொடர்பு மாற்றி தட்டையாக இருக்கும். X இயக்கம் எனப்படும் முதல் இயக்கம் கிடைத்தளத்தில்தான் இருக்கும். ஆனால் இது முதல் இயக்கத்திற்குச் செங்குத்தாக அமையும். இரண்டாம் இயக்கத்தின்போது தூரிகைகள் இணைப்பு அடுக்குடன் பொருந்தச் செய்யப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பும் சந்தாதாரர் எண் சுழற்றும்போது தோன்றும் துடிப்புகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. படிப்படி அமைப்பில் உள்ளவாறே தொடர்பு மாற்றிகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இயக்கப்படுகின்றன. தொடர்பு மாற்றிகள் தட்டையாக உள்ளமையால் அவற்றைச் சட்டங்களில் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக வைத்து அடுக்க முடிகிறது. இதன் காரணமாக அடுக்குகளில் பன்மைக் கம்பியிணைப்புக் கொடுக்க இயலுகிறது.

எரிக்சன் அமைப்பு. எந்திரம் இயக்கப்படும் இதில் தட்டை வடிவத் தொடர்பு மாற்றி ஒன்று முதலில் 25 நிலைகளைக் கொண்ட சுழற்சி இயக்கத் திசையிலும், 20 இணைப்பு முனைகளைக் கொண்ட ஆரத்திசை இயக்கத் திசையிலும் நகரக்கூடியதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, இது 500 இணைப்பு முனைகளுக்குத் தொடர்பு கொடுக்கக்கூடியதாகும்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொடர்பு மாற்ற இணைப்புச் சுற்றுகள்

தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுகள் தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளிலும் எண்ணியல் தரவுச் செயல்பாட்டு அமைப்புகளிலும் உறுப்புகளாக இடம்பெறுகின்றன. எ-டு: எண்ணியல் கணிப்பொறிகள், எண் சுழற்றுத் தொலைபேசி, அமைப்புகள் தானியங்கு கணக்கு மற்றும் இருப்புப் பதிவு அமைப்புகள். இவற்றிலும் மற்றத் தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளிலும் ஆக்கக் கூற்றுச் சுற்றலகுகள் சங்கேத எண் வடிவிலான தரவுகளை ஏற்று, சேமித்துக் கையாண்டு, அமைப்பின் குறிப்பிட்ட நோக்கங்களை நிறைவேற்றுகின்றன.

தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுகளில் தனித்தனியான மதிப்புப் பெற்ற கருவிகளை ஒன்றோடொன்று இணைக்கும் மின் கடத்தும் பாதைகள் உள்ளன. இரட்டை மதிப்புள்ள கருவிகள் பெருமளவில் தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுகளில் பயன்படுகின்றன. கை அல்லது மின் காந்த முறையில் இயக்கப்பட்டு மின் தொடர்பை ஏற்படுத்தும் அல்லது துண்டிக்கிற தொடர்பு மாற்றிகள் மற்றும் அஞ்சல் கருவிகள், வெற்றிடத் தடுக்கிதழ்கள் வளிமம் நிரப்பிய தடுக்கிதழ்கள், அரைக் கடத்தித் திருத்திகள், திரிதடையங்கள் போன்றவை, மின்

கடத்து நிலை, மின் கடத்தா நிலை என்னும் இரண்டு மதிப்புகளை உடைய கருவிகள் காந்தக் கட்டமைப்புகள் ஒரு திசையில் அல்லது அதற்கு எதிரான திசையில் காந்தச் செறிவூட்டல் பெறுகிற வகையில் இரட்டை மதிப்புக் கருவிகளாக அமையும்.

தொடர்பு மாற்றக் கருவிகளை நெறிப்படுத்தும் மின்னியல் காரணிகளும் இரட்டை மதிப்புள்ளவையாகவே இருப்பது வழக்கம். திறந்த மின் பாதை அல்லது மூடிய மின் பாதை, முழு மின்னழுத்தம் அல்லது சுழி மின்னழுத்தம், மிகு மின்னோட்டம் அல்லது குறைந்த மின்னோட்டம், மிகு மின் தடை அல்லது குறைந்த மின் தடை போன்ற இரட்டை மதிப்புள்ள மின்னியல் காரணிகளைத் தொடர்பு மாற்றக் கருவியின் உள்ளீடாகச் செலுத்தும்போது அவை இருக்கிற அல்லது இராத நிகழ்வுகள் அல்லது சூழ்நிலைகளின் கூட்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் நிகழ்கிற நிகழ்வுகள் அல்லது தோன்றுகிற சூழ்நிலைகளின் தொடர் ஆகியவற்றையோ நிகழ்வுகள் அல்லது சூழ்நிலைகளின் கூட்டமைப்புத் தொடர் ஆகிய இரண்டையுமோ குறிப்பிடுவனவாக அமையும். இத்தகைய உள்ளீட்டைப் பெறும் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு இரட்டை மதிப்புள்ள பதங்களில் புதிய தரவுகளை வெளியிடும். புதிய தரவு, செயல் தன்மையில் உள்ளீட்டுத் தரவுடன் தொடர்புள்ளதாக அமையும்.

தர்க்கம், நினைவு ஆகிய இரண்டும் தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுகளின் அடிப்படைச் சிறப்பியல்புகள். A, B ஆகிய உள்ளீடுகள் ஒரே நேரத்தில் நிகழ்ந்தால்தான் X என்னும் வெளியீடு தோன்றும். A, B உள்ளீடுகளில் ஏதாவது ஒன்று மட்டுமே நிகழ்ந்தால் Y என்னும் வெளியீடு தோன்றும். ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை உண்டாக்கிய காரணி நீங்கிய பிறகும் அந்த நிலையிலேயே நீடிப்பதற்குத் தொடர்பு மாற்றச் சுற்றின் நினைவுக் காரணி உதவுகிறது.

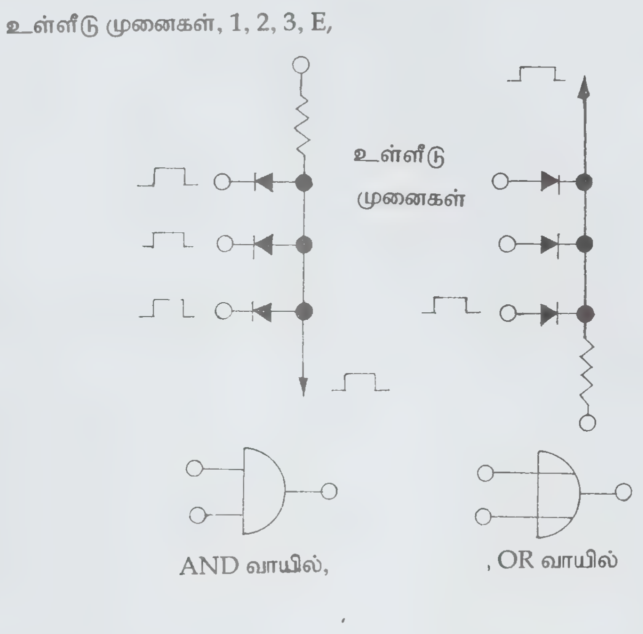
அடிப்படைக் கூட்டியல் சுற்றுகள். ஒரு குறிப்பிட்ட மின் சுற்றின் கடந்த காலச் செயல்பாடு எவ்வாறிருப்பினும் ஒரு குறிப்பிட்ட உள்ளீட்டுச் சூழ்நிலைகளின் தொகுதி எப்போதும் ஒரே மாதிரியான வெளியீட்டை அளிக்குமானால் அது கூட்டுத் தொடர்பு மாற்றிச் சுற்று எனப்படும். எ-டு: ஒரு வீட்டின் வாயில் முகப்பில் உள்ள ஒரு மின் விளக்கை ஏற்றவும் அணைக்கவும் கூடிய மூன்று தொடர்பு மாற்றிகளை மூன்று வெவ்வேறு அறைகளில் பொருத்த வேண்டிய செயல் திட்டத்தைக் குறிப்பிடலாம். அந்த மூன்று தொடர்பு மாற்றிகளில் ஒவ்வொன்றும் மின் விளக்கை ஏற்றவோ, அணைக்கவோ கூடியதாக இருக்கும். ஏதாவது ஒரு தொடர்பு மாற்றியோ மூன்று தொடர்பு மாற்றிகளுமோ அணைக்கிற நிலையில் இருந்தால் விளக்கு எரியக்கூடாது. தொடர்பு மாற்றியின் ஏற்றுநிலை அல்லது அணைப்பு நிலை இந்தத் தொடர்பு மாற்ற அமைப்பின் உள்ளீடாகும். விளக்கை எரிய வைப்பது அல்லது அணைப்பது வெளியீடு ஆகும்.

மின்னணுத்தொடர்பு மாற்ற மின் சுற்றுகளின் வாயில்கள் (gates) தர்க்கச் செயல்பாடுகளை நிகழ்த்த உதவுகின்றன. தொடர்பு மாற்றிகளிலோ அஞ்சல் முனைகளிலோ ஆள்கள் மின்னோட்டப் பாதைகளை மாற்றியமைக்க வேண்டியிருக்கும். ஆனால் வாயில்கள் செயல்பட ஆள்கள் தேவையில்லை. அவற்றின் வெளியீட்டில் மின்னோட்ட அளவு அல்லது மின்னழுத்த அளவை நெறிப்படுத்துவதன் மூலம் அவை செயல்படுகின்றன.

AND, OR ஆகிய வாயில்கள் பரவலாகப் புழக்கத்தில் உள்ளவை. அனைத்து உள்ளீடுகளும் ஒரே வேளையில் சேர்ந்திருந்தால் மட்டுமே AND வாயிலிலிருந்து வெளியீடு கிடைக்கும். ஏதாவது ஓர் உள்ளீடு இருந்தாலும் OR வாயிலிருந்து வெளியீடு கிடைக்கும். அவற்றின் அமைப்பு படம் 1-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் திருத்தி அல்லது இருமுனையங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

AND வாயில்களில் மின்னோட்டம் E என்னும் ஒரு நேரின மின்னழுத்த மூலத்திலிருந்து R என்னும் உயர் மின் தடை வழியாகச் சென்ற பின், குறைந்த மின் தடையுள்ள ஏதாவது ஒரு திருத்தியின் மூலம் சுழி மின்னழுத்தமுள்ள தரையைச் சென்றடைகிறது. அதற்கேற்ற வகையில் திருத்திகள் திசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த மின்சுற்று அமைப்பு AND வாயிலை நெறிப்படுத்துகிறது.

இவ்வாறு வாயில் செயல்படாத நிலையில் வெளியீட்டு முனை தரை மின்னழுத்தத்திற்கு ஏறக்குறையச் சமமான மின்னழுத்தமுடையதாக இருக்கும். இந்த வாயிலின் மூன்று உள்ளீடு முனைகளிலும் E என்னும் மதிப்புள்ள ஒரு நேரின மின்னழுத்தத்தை ஒரே வேளையில் செலுத்தினால், திருத்திகள் ஏறக்குறையத் திறந்த சுற்றுத் தன்மையை அடையும். அப்போது வெளியீட்டு முனையின் மின்னழுத்தம், தரை மின்னழுத்த மதிப்பிலிருந்து உயர்ந்து உள்ளீடு துடிப்பு நீடிக்கிற வரையில் ஒரு நேரிய மின்னழுத்தமுள்ளதாக நீடிக்கும். இவ்வாறு 1, 2, 3 ஆகிய மூன்று உள்ளீடு முனைகளிலும் நேரின மின்னழுத்தத் துடிப்பை ஒரே வேளையில் செலுத்தினால்தான் வெளியீடு முனையில் நேரின மின்னழுத்தம் உண்டாகும்.

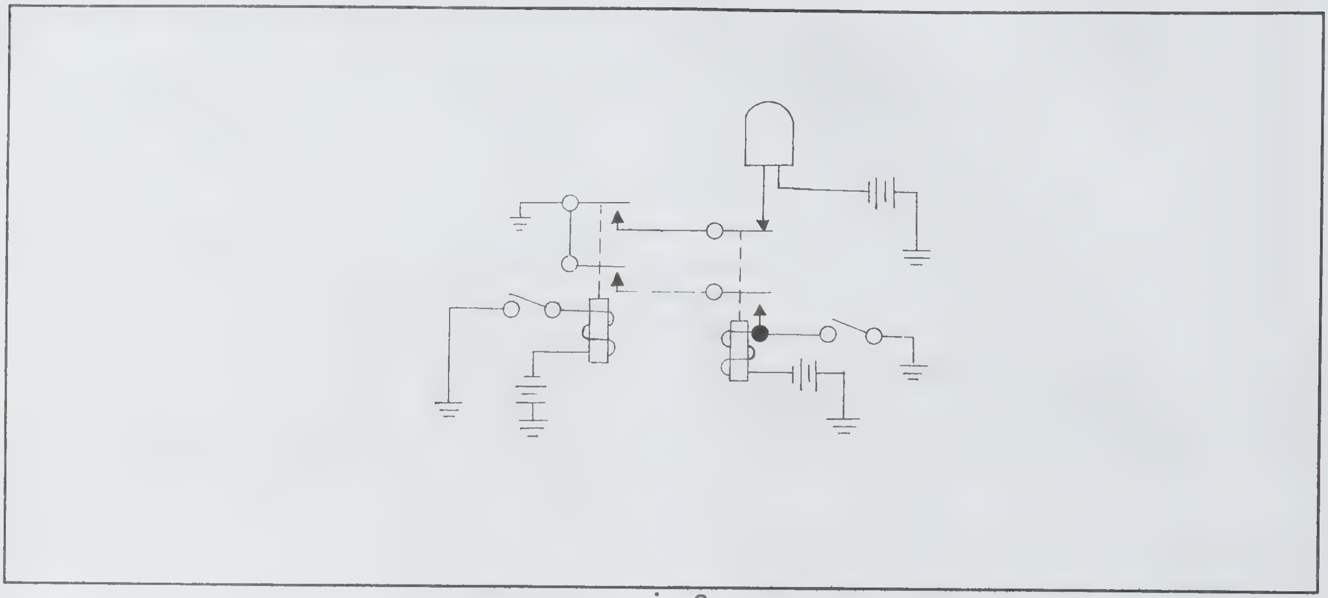


படம் 1.

OR வாயிலில் திருத்திகள் திசைமாறி அமைந்துள்ளன. இதன் காரணமாக உள்ளீடு மின்சுற்றுகளுக்குத் தரையிலிருந்து மின்னோட்டம் ஏதாவது ஒரு திருத்தியின் குறைந்த மின் தடையைக் கடந்து அதன் பின்னர் R என்னும் உயர் மின் தடையின் வழியாக -E என்னும் எதிரின மின்னழுத்த மூலத்தைச் சென்றடையும். இவ்வாறு OR வாயில் செயல்படாத நிலையில் உள்ளபோது வெளியீட்டு முனை ஏறத்தாழத் தரை மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும். எனினும் 1, 2, 3 ஆகிய உள்ளீட்டு முனைகளில் ஏதாவது ஒன்றில் ஒரு நேரினமான உயர் மின்னழுத்தத் துடிப்பைச் செலுத்தினால் மற்ற இரண்டு திருத்திகளும் தொடர் பற்றுப் போய் உள்ளீடு துடிப்பு நீடிக்கிற காலத்திற்கு வெளியீட்டு முனை உயர்ந்து நேரின மின்னழுத்தத்தைப் பெறும். வெற்றிடக் குழாய்கள், திரிதடையங்கள், காந்த உள்ளகங்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டும். வாயில்களை அமைக்கலாம்.

அடிப்படைத் தொடரியல் சுற்றுகள். ஒரு தொடரியல் தொடர்பு மாற்றச் சுற்றில், அதன் உள்ளீட்டின் அப்போதைய நிலைமை மட்டுமன்றி அதன் கடந்த கால உள்ளீட்டு நிலைமைகளையும் பொறுத்தே வெளியீடு அமையும். எனவே இத்தகைய தொடரியல் வெளியீடு சுற்றுகளில் நினைவு உறுப்புகள் இருப்பது இன்றியமையாதது.

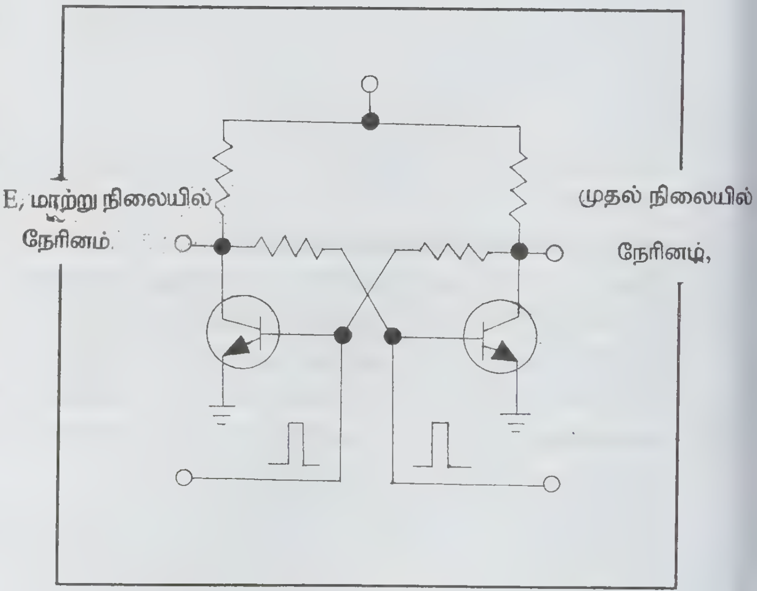
ஓர் எளிய தொடரியல் தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டாகத் தொலைபேசிச் சுற்றுகள் விளங்குகின்றன. சந்தாதாரர் ஒரு தொலைபேசியின் கைப்பிடி உறுப்பை அதன் தாங்கியிலிருந்து உயர்த்தி எடுக்கும்போது, இணைப்பகத்தில் உள்ள பணியாளரின் முன் உள்ள தொடர்பு மாற்றப் பலகையில் ஒரு விளக்கு எரியத் தொடங்க வேண்டும். பணியாளர் விடையளிக்கத் தொடங்கியவுடன் அந்த விளக்கு அணைந்துவிட வேண்டும். அப்போதுதான் மற்றப் பணியாளர்கள் விடையளிக்க முனையாமலிருப்பர். முதல் பணியாளர் சந்தாதாரருடன் பேசி, அவர் விரும்பும் இணைப்பை ஏற்படுத்திக் கொடுத்துவிட்டு விலகிக் கொள்வார். ஆனால் இப்பொழுது விளக்கு மீண்டும் எரியத் தொடங்கக்கூடாது. முன்பிருந்ததைப் போன்ற நிலையே இப்போதும் இருப்பதைப் போலத் தோன்றுகிறது. சந்தாதாரர் கைப்பிடி உறுப்பைத் தாங்கியிலிருந்து எடுத்துவிட்டார். அவருடன் பேசப் பணியாளர் இராவிடினும் விளக்கு எரியக்கூடாது. இதற்கான ஒரு தொடரியல் அஞ்சல் மின் சுற்று படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம். 2.

இந்தச் சுற்றில் கைப்பிடி உறுப்பை மேலே தூக்கியவுடன் தாங்கியிலுள்ள தொடர்பு மாற்றி ஒரு சுழி மின்னழுத்த உள்ளீட்டை A என்னும் அஞ்சல் முனையுடன் இணைக்கிறது. அந்த அஞ்சல் முனை தொடர்பு மாற்றிப் பலகை விளக்கிற்கு இணைப்பு ஏற்படுத்தி அதை எரிய வைக்கிறது. இணைப்பகப்பணியாளர் விடையளிக்கும்போது இன்னொரு சுழி மின்னழுத்த உள்ளீடு B என்னும் அஞ்சல் முனையை இயக்கும். அந்த அஞ்சல் முனை விளக்கை அணைத்துவிடும். அஞ்சல் முனையில் உள்ள நீட்டிப்பு மின்சுற்று, கைப்பிடித்தாங்கி தொடர்பு மாற்றி மீண்டும் திறக்கப்பட்டு A அஞ்சல் முனைக்கு ஆற்றல் வழங்கல் நிறுத்தப்படுகிற வரை B அஞ்சல்முனையைச் செயலறு நிலையில் நீடிக்குமாறு செய்கிறது. இவ்வாறு B அஞ்சல் முனை, பணியாளர் விடையளித்து முடித்துவிட்டதை நினைவிலிருத்தி அவர் விலகி விட்ட பிறகும் விளக்கு எரியாமல் தடுக்கிறது. எனவே B அஞ்சல் முனை இந்த மின் சுற்றின் நினைவுப் பகுதி ஆகும்.

தொடரியல் சுற்றுகளில் பயன்படுத்தப்படும் நினைவுக் கூறுகளில் இருநிலைச் சுற்று (flip-flop) மிக எளிது. அதில் இரண்டு பெருக்கல் உள்ளன. ஒன்றின் வெளியீடு மற்றதன் உள்ளீடாக இருக்கும்படி அவை இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு மின்னழுத்தத் துடிப்பு இச்சுற்றை இரண்டு நிலைகளில் ஏதாவது ஒன்றில் நிறுத்தி வைக்கும். பிறிதொரு மின்னழுத்தத் துடிப்பு, வேறு ஒரு நிலையை உண்டாகும். வரை அல்லது பழைய நிலையை மீட்டுத் தரும் வரை இரு நிலைச் சுற்று முதல் நிலையிலேயே நீடிக்கும். எனவே ஒரு நிகழ்வு நடந்துவிட்டது என்பதை நினைவிலிருத்தும் கருவியாக அந்தச் சுற்றைப் பயன்படுத்தலாம். n-p-n வகை இரு நிலைச்சுற்றைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 3.

முதல் நிலையில் A என்னுத் திரிதடையம் மின் கடத்துவதாகவும்,

B என்னும் திரிதடையம் தொடர்பு நீங்கியதாகவும் உள்ளது. மாற்றியமைக்கப்பட்ட நிலையில் B மின் கடத்துகிறது; A தொடர்பிழந்திருக்கிறது. தரையிணைப்பைப் பொறுத்து நேரினமாயிருக்கிற ஒரு வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை ஏதேனும் ஒரு திரிதடையத்திலிருந்து பெறலாம். அதன் மூலம் சுற்றின் இரு நிலைகளையும் வேறுபடுத்திக் காணமுடிகிறது.

அஞ்சல்கள், இருநிலைச் சுற்றுகள் போன்றவை நிலையான நினைவுத் திறன் கொண்டவை. அவற்றின் ஒரு தகவலைப் பதித்துவிட்டால் அது என்றென்றும் மாறாதிருக்கும். அதை அகற்ற வேண்டுமானால் தகவல் நீக்கம் என்னும் துடிப்பைச் செலுத்த வேண்டும். காலம் தாழ்ந்த வரிசை (delay line) என்னும் வகைச் சுற்றில் நினைவு தற்காலிகமானது. அதன் உள்ளீட்டுப் பகுதியில் செலுத்தப்படும் சைகை, வெளியீட்டுப் பகுதிக்குச் சென்றடைவதற்கு முன் ஆங்காங்கே சில நொடிகள் தடுத்து நிறுத்தப்படுகிறது.

செயல்நிலைத் தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுகள். பெரியவையும், சிக்கலானவையுமான தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளில் கூட, சுற்றுத் தேவைகளில் பெரும்பாலான வற்றைச் சிறு எண்ணிக்கையிலான சுற்று வகைகளின் உதவியுடன் நிறைவு செய்து கொள்ள முடியும். அத்தகைய சுற்று வகை ஒவ்வொன்றும் ஒரு பணியை அல்லது குறிப்பிட்ட சிறு எண்ணிக்கையிலான பணிகளை மட்டுமே செய்யக் கூடியதாக இருக்கும். இத்தகைய செயல்நிலைச் சுற்றுகளே (functional circuits) ஒரு தொடர்பு மாற்ற அமைப்பின் அடிப்படையான ஆக்கக் கூறுகளாகத் திகழ்கின்றன.

தேர்வுச் சுற்றுகள். தேர்வுச் சுற்று என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளின் முகவரி எனப்படும் அடையாளக் குறியை ஏற்றுப் பதிய வைத்துக் கொண்டு தேவைப்படும்போது ஒரே மாதிரியான பல பொருள் களிலிருந்து அந்தக் குறிப்பிட்ட பொருளை மட்டும் தெரிவு செய்கிறது. தேர்வுக்குரிய பொருள், முடிவு முனைகள் அல்லது இணைப்பு முனைகளால் குறிப்பிடப்படும். குறிப்பிட்ட முடிவு முனை அல்லது இணைப்பு முனைகளில் ஒரு மின்னழுத்தத்துடிப்பு அல்லது மின்னோட்டத் துடிப்பு அல்லது ஒரு சீரான நேர் மின்னோட்டச் சைகை போன்ற ஏதாவது ஒரு மின் தன்மையைச் செலுத்தி அந்த முடிவு முனை அல்லது இணைப்பு முனையை அடையாளக் குறியிடுவதே தேர்வு எனப்படுகிறது. இவ்வாறு குறியிடுவதன் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மின் சுற்று ஆயத்த நிலைக்கு அல்லது ஆளுகைக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது.

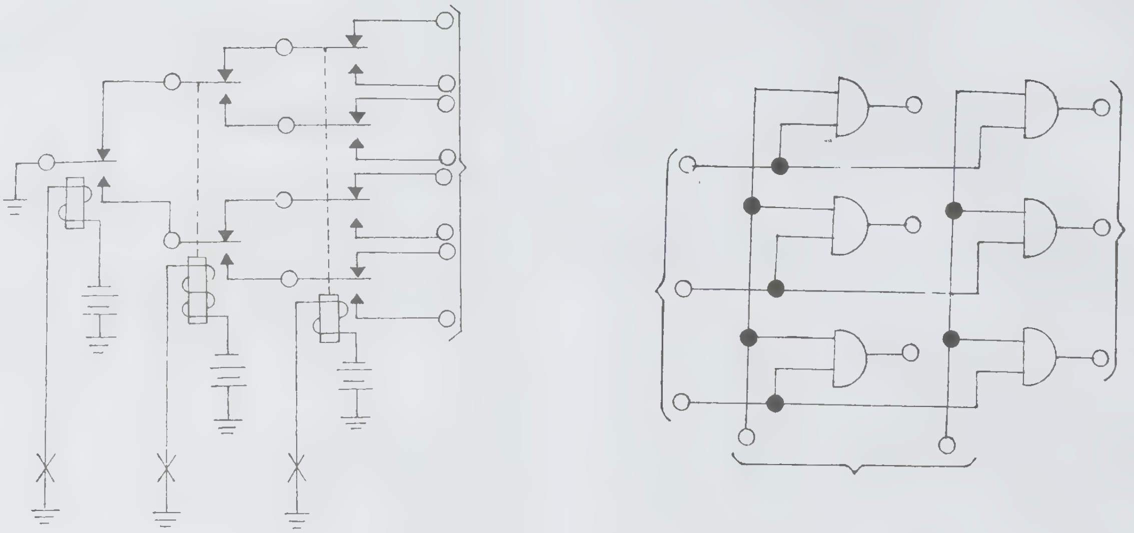
படம் (4) ஓர் எளிய அஞ்சல் தேர்வு மின்சுற்றைக் காட்டுகிறது. அதில் மூன்று அஞ்சல் முனைகள் உள்ளன. அவை இயங்கு அல்லது இயங்கா நிலையைப் பொறுத்து எட்டு வெளியீடுகள் கிடைக்கும். அவற்றிலிருந்து ஒரு வெளியீட்டை இந்த மின் சுற்று தேர்வு செய்யும். A, B, C ஆகிய நெறிப்படுத்து முனைகளில் உள்ளீடு தரையிணைப்புடனோ, தரையிணைப்புமின்றியோ அமையும். அவற்றை பல்வேறு கூட்டுகளில் இணைக்க முடியும். அந்த நிலைகளே முகவரிகள் எனப்படும். தேர்வு செய்யப்பட்ட ஒற்றை வெளியீட்டு முனையில் மின் சுற்றின் வெளியீடு தரையிணைப்புப் பெறுகிறது.

மின்னணு வகைத் தேர்வுச் சுற்றுகள் AND வாயில்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. இவ்வகை சுற்றைப் படம் 5இல் காணலாம். இதில் ஓர் உள்ளீடு சைகை ஒரே சமயத்தில் கிடைநிலை உள்ளீடு முனை ஒன்றிலும் செங்குத்து நிலை உள்ளீடு முனை ஒன்றிலும் தோன்றும். தேர்வு செய்யப்பட்ட வெளியீடு இந்த ஈர் உள்ளீடுகள் குறுக்கிட்டுக் கொள்கிற புள்ளியில் வெளிப்படுகிறது.

இணைப்பு மின் சுற்றுகள். ஒரு தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு என்பது பல செயல்நிலை மின் சுற்றுக் கூறுகளின் திரள் ஆகும். அவற்றில் சிலவற்றைத் தகவல் பரிமாற்றம் செய்து கொள்வதற்காகச் சில சமயங்களில் நேரடியாக இணைக்க வேண்டியிருக்கும். இதற்கு உதவுகிற சுற்றுகள் இணைப்பு மின் சுற்றுகள் எனப்படும். அவை அமைப்பில் தற்காலிகத் தேவைகளுக்கேற்ப மின் சுற்றுகளுக்கிடையில் இணைப்பை ஏற்படுத்தித் தரும். மின்னணு வகை இணைப்புச் சுற்றுகளில் AND வாயில்களும் OR வாயில்களும் பயன்படுகின்றன.

தவிர்ப்புச் சுற்றுகள். தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளில் பல சுற்றுக் கூறுகள் சேர்ந்தாற்போல ஒரே தருணத்தில் பிறிதொரு வகையான செயல்பாட்டுச் சுற்றுடன் இணைப்புப் பெற முயலுகின்ற சூழ்நிலைகள் தோன்றுவதுண்டு. அந்தச் சுற்றுக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று குறுக்கீடு செய்து கொள்ளாமல் தவிர்ப்பதற்கு உதவும் சுற்று அமைப்பு. தவிர்ப்பு சுற்று (lock out circuit) எனப்படும். பல வெளிச் சுற்றுகளிலிருந்து ஒரே நேரத்தில் உள்ளீடுகள் வரும்போது தவிர்ப்புச் சுற்று அவற்றிலிருந்து ஒன்றை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்து அனுமதிக்கிறது. அதன் செயல்பாடு முடிந்ததும் அடுத்த உள்ளீடு ஆயத்தமாயிருந்தால் அனுமதிக்கப்படும். தவிர்ப்புச் சுற்றுகள் சில இடங்களில் தேடும் சுற்றுகள் (hunting circuits) என்றும், கண்டுபிடிக்கும் சுற்றுகள் (finding circuits) என்றும் குறிப்பிடப்படுவதுண்டு.

மொழி பெயர்ப்புச் சுற்றுகள். தொடர்பு மாற்றச் சுற்றுகள் சங்கேதக் குறியீட்டு வடிவில் தகவல்களைப் பெறவும், அனுப்பவும் பயன்படுகின்றன. அக்குறியீட்டு வடிவங்கள் பொதுவாக எண்ணுருக்களாகவே உள்ளன. எண்ணுருக் குறியீடுகளில் பல வகையுண்டு. அவற்றின் எண்ணிக்கையும் மிகுதி. ஒவ்வொரு வகைக்கும் ஒவ்வொரு குறியீட்டுக்கும் தனிப்பட்ட சிறப்பியல்புகள் உள்ளன. வெவ்வேறு தொடர்பு மாற்றச் சூழ்நிலைகளில் வெவ்வேறு குறியீடுகளைப் பயன்படுத்துவதில் பல தெளிவான



படம் 4.

நன்மைகள் கிடைக்கின்றன. எனவே தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளில் காணப்படும் செயல்பாட்டுச் சுற்றமைப்புகளில் மொழிப்பெயர்ப்புச் சுற்று (translating circuit) மிகுதியாகப் பயன்படும். அது ஒரு வகையான சங்கேதக் குறியீட்டு வடிவுக்கு மாற்றும்மொழி பெயர்ப்புச் சுற்றுகள் கூட்டியல் வகையைச் சேர்ந்தவை. மொழி பெயர்க்க வேண்டிய ஒரு சங்கேதக் குறியீட்டைக் குறிப்பிடுகின்ற ஒரு மாதிரியான வெளியீட்டுச் சைகைகளையே உண்டாக்கும். அவை தேவையான சங்கேதக் குறியீடுகளாக அமையும்.

பதிவுச் சுற்றுகள். ஒரு தொடர்பு மாற்ற அமைப்புக்கு வந்து சேரும் தகவல் உடனடியாகத் தேவைப்படாம லிருக்கலாம். இந்நிலையில் அது பதிவுச்சுற்றுகளில் (register circuit) சேமித்து வைக்கப்பட்டு எதிர்காலத்தில் தேவைப்படும்போது மீட்கப்படுகிறது. ஒரு பதிவுச் சுற்றில் பதிவு செய்ய வேண்டிய தகவல் குறியீட்டுச் சங்கேத வடிவில் உள்ளீடாகச் செலுத்தப்படும். பதிவுச் சுற்றில் உள்ள நினைவுக் கூறுகளில் அது தங்கும். தேவை ஏற்படும்போது அதே வகையான சங்கேதக் குறியீட்டு வடிவத்திலோ, வேறு வகையான சங்கேதக் குறியீட்டு வடிவத்திலோ வெளியீடாக மீட்கப்படும். பதிவுச் சுற்றுகளில் பல விதமான நினைவுக் கூறுகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றின் தகவல் சேமிப்புத் திறன் தேவைக்கேற்றபடி மிகுதியாக்கப்படுகிறது. சில கோடி வரையான எண்ணிக்கையில் தரவுகளைத் தேக்கி வைக்கக்கூடிய பதிவுச் சுற்றுகளும் உண்டு. பத்துப் பதினைந்து தகவல்களை மட்டுமே சேமித்து வைக்கும் வீட்டுப் பணிகளுக்கான பதிவுச் சுற்றுகளும் உள்ளன.

இடமாற்றப் பதிவு சுற்று. இவை பரவலாகச் புழக்கத்தில் செயல்படுகின்றன. இடமாற்றுப் பதிவு சுற்றுகளில் (shift registers) சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள எண்ணுரு வடிவிலான தகவல்களைப் பத்து மடங்காக உயர்த்தி அல்லது பத்தில் ஒரு பங்காகக் குறைத்து மாற்றி வைக்க முடியும். எ-டு: தான் எண் வடிவிலான குறியீடு முறையில் இலக்கத்தை ஒன்றின் இடத்திலிருந்து பத்தின் இடத்துக்கு இட மாற்றம் செய்யலாம். இத்தகைய சுற்றுகள் எண்ணுருக் கணிப்பொறிகளில் இடம் பெறுகின்றன. பகுதிப் பெருக்கலினால் கிடைக்கும் எண்களைக் கூட்டும்போது அவற்றை இடம் மாற்றி அடுக்கி வரிசைப்படுத்துவதற்கு இத்தகைய சுற்றுகள் உதவுகின்றன.

எண்ணும் சுற்றுகள். தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகளில் அடிக்கடி எண்ணும் சுற்றுகள் (counting circuits) இடம் பெறுகின்றன. மீண்டும் மீண்டும் வருகிற மின்னோட்ட அல்லது மின்னழுத்தத் துடிப்புகளைத் துலக்கி அவற்றின் எண்ணிக்கையைக் கண்டுபிடிப்பதே அவற்றின் பணியாகும்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு

இலட்சிய தன்மையான எண்ணியல் கருவிகளுக்கான மின்சுற்றுகளின் கோட்பாடு, தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு (switching theory) எனப்படுகிறது. தொலைபேசித் தொடர்பு மாற்றம், எண்ணியல் கணிப்பொறிச் செயல்பாடு, எண்ணியல் நெறியாக்கம், தரவுக் கையாளல் ஆகியவற்றுக்கான மின் சுற்றுகள் மற்றும் வலையமைப்புகளுக்கான கோட்பாடுகளும் இதில் அடங்கும். பொதுவாக இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நிலைகளில் இருக்கக்கூடிய கருவிகள் அல்லது கூறுகளாலான மின்சுற்றுகளைப் பற்றியதாகவே தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு அமையும். எ-டு: தொடர்பு மாற்றி அஞ்சல் தொடுமுனைகள் - திறந்த நிலை அல்லது மூடிய நிலை, திருத்தி இருமுனையங்கள் - முன்னோக்கிய அல்லது பின்னோக்கிய சார்பு நிலை, தொடர்பு மாற்றத் திரி தடையங்கள் செறிவு தெவிட்டிய நிலையில் அல்லது தொடர்பு நீங்கிய காந்த உள்ளகங்கள் இரண்டு திசைகளில் தெவிட்டல் அளவுக்குக் காந்தமேற்றப்படுதல்.

தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு எண்ணியல் மின்சுற்றின் பண்புகளைச் சீர்தூக்கி அவற்றை மின்சுற்றிகளின் பண்புகளாக மாற்றுகின்றது. தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு ஓரளவு கணிதத் தருக்கவியல் அடிப்படையிலும் அமையக்கூடும். ஒரே சமயத்தில் நிகழ்கிற உள்ளீடுகளை மட்டுமே பொறுத்து வெளியீடுகள் அமைகிற தொடர்பு மாற்ற மின்சுற்று, கூட்டியல் சுற்று (combinational circuit) அல்லது தருக்கச் சுற்று (logic circuit) எனப்படும். ஒரு வேளையில் செலுத்தப்பட்ட உள்ளீடுகள் பின்னர்த் தோன்றும் வெளியீடுகளைப் பாதிக்கிற வகையில் அமைந்த மின்சுற்று தொடரியல் சுற்று (sequential circuit) எனப்படும்.

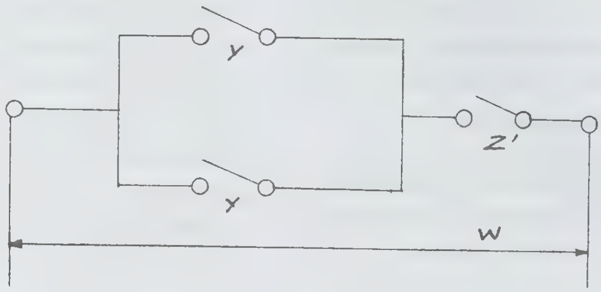
கூட்டியல் சுற்று. ஒரு கூட்டியல் சுற்றில் செலுத்தப்படும் உள்ளீடுகளிலிருந்து அதன் வெளியீடுகளைக் கணக்கிட உதவுகிற விதி, தொடர்பு மாற்றச் சார்பு (switching function) எனப்படும். மாறிகள் தனித்தனியான மதிப்புள்ளவை. எனவே தொடர்பு மாற்றச் சார்பை மெய்ப்பாட்டு அட்டவணை வடிவிலோ, வரைபடமாகவோ, கட்டப் படமாகவோ காட்டலாம். சார்பும் மாறிகளும் இரட்டை மதிப்புள்ளவை எனில் அவற்றை 0.1 ஆகிய இரண்டு எண்களால் குறிப்பிட்டுப் பூலியன் இயற்கணிக் கோவையாக எழுதலாம். தொடர்பு மாற்றச் சார்பின் இரண்டு மதிப்புகள், மின்சுற்றுத் தொடர்பு மாற்றிகளின் திறந்த நிலையையும் மூடிய நிலையையும் குறிப்பிடுமாறு இருக்கலாம் அல்லது குறைந்த மின்னழுத்தத்தையும் அல்லது நேரின (+) மின்னழுத்தத்தையும் எதிரின (-) மின்னழுத்தத்தையும் குறிப்பிடலாம்.

NOT, AND, OR ஆகியவை மிக எளிய கூட்டியல் தொடர்பு மாற்றச் சார்புகள் ஆகும். பூலியன் இயற்கணிதத்தில் NOT சார்பு ஒரு மேலோட்டுக் கோட்டினால் குறிப்பிடப்படுகிறது. $Y = X'$ என எழுதும்போது Y மூடியிருப்பதாயும் X திறந்திருப்பதாயும் பொருளாகிறது. உயர் நிலை அல்லது நேரின நிலை என்பது மூடிய நிலை; தாழ்நிலை அல்லது எதிரின நிலை என்பது திறந்த நிலை; அதேபோல Y திறந்திருக்கும்போது X மூடியிருக்கும்.

AND சார்பு பூலியன் பெருக்கற்பலனால் குறிப்பிடப்படும். $Z = X,Y$ என எழுதுவது X,Y ஆகிய இரண்டும் மூடியிருக்கும்போது மட்டுமே Z மூடியிருக்கும் என்னும் பொருளைத் தரும்.

OR சார்பு பூலியன் கூட்டுப்பலனால் குறிப்பிடப்படும் $Z = X + Y$ என்பது X அல்லது Y அல்லது இரண்டுமே மூடியிருக்கும்போது Z மூடியிருக்கும் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இம்மூன்று அடிப்படைச் சார்புகளைப் பயன்படுத்திப் பிற கட்டியல் தொடர்மாற்றச் சார்புகளையும் உண்டாக்க முடியும்.

X,Y,Z' என்னும் மூன்று தொடர்பு மாற்றிகளைக் கொண்ட சுற்றை எடுத்துக்காட்டாக கொள்ளலாம். அவை ஒவ்வொன்றும் திறந்தோ, மூடியோ இருக்கலாம். அவற்றை உள்ளீடு மாறிகளாகக் கருதலாம். X,Y,Z' ஆகியவற்றின் தனித்தனி நிலைகளைப் பொறுத்தே முழுச்சுற்றும் திறந்த நிலையில் அல்லது மூடிய நிலையில் இருக்க முடியும். அதன் நிலையை W என்னும் வெளியீட்டு மாறியினால் குறிப்பிடலாம். O என்பது திறந்த நிலையையும் 1 என்பது மூடிய நிலையையும் குறிப்பனவாகக் கொள்ளலாம்.மின்சுற்றின் தொடர்பு மாற்றச் சார்பை அட்டவணையில் காணலாம். இந்தச் சார்பைப் பூலியின் இயற்கணிதக் கோவை வடிவில் $W = Z'(X+Y)$ என எழுதலாம். இந்தக் கோவையை விளக்கப் பின்வரும் பூலியன் இயற்கணித விதிகள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.



படம் 1.

0 + 0 = 0	0.0 = 0	$0^1 = 1$
0 + 1 = 1	0.1 = 0	$1^1 = 0$
1 + 0 = 1	1.0 = 0	
1 + 1 = 1	1.1 = 1	

கூட்டியல் மின்சுற்றுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்யவும், தொகுக்கவும் தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு பல உத்திகளை நிறுவுகிறது. எ-டு: ஒரு தொடர்பு மாற்றச் சார்பை நிறைவேற்றித் தரக்கூடிய ஒரு மிக எளிய மின்சுற்றை அமைப்பது குறிப்பிட்ட நிபந்தனைகளை நிறைவு செய்யும் வகையில் ஒரு மின்சுற்றை அமைக்க ஏற்ற கூறுகள் உள்ளனவா என்று ஆய்வது போன்ற நோக்கங்களைக் குறிப்பிடலாம்.

பல தொடர்பு மாற்றிகள் அல்லது அஞ்சல் தொடுமுனைகள் தொடராகவும், இணையாகவும் தொடுக்கப்பட்டு அமைந்திருக்கிற ஒரு மின்சுற்றைப் பூலியன் இயற்கணித முறையில் நேரடியாகப் பகுப்பாய்வு செய்ய முடியும். தொடு முனைகளுக்கான அல்லது இணையான கூட்டுகளுக்கான மாறிகள் அல்லது பதங்கள் கட்டப்பட்டு, தொடரில் உள்ள மாறிகள் அல்லது பதங்கள் பெருக்கப்படும். பூலியன் இயற்கணித விதிகளின்படி மதிப்புகள் விளக்கப்படும். இரு முனையத் திருத்திகள் வெற்றிடச் குழல்கள், திரிதடையங்கள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகிற கூட்டியல் சுற்றுகளுக்கும் இதே போன்ற உத்திகளைக் கையாள முடியும். தொடர் இணைப்பும், இணை இணைப்பும் தனித்தனியாக உள்ள மின் சுற்றுகளுக்கு வேறு சிறப்பான கணித உத்திகள் உள்ளன.

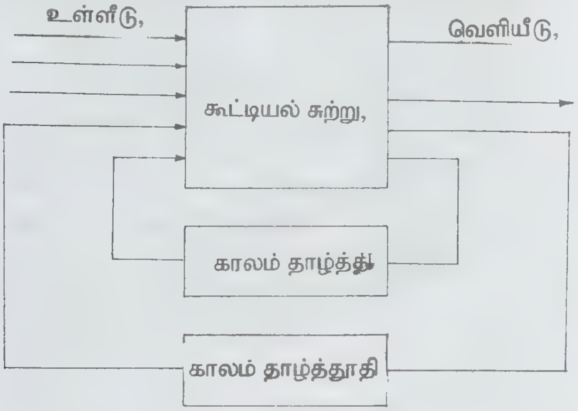
பூலியன் குறிகளுக்கு மின்சுற்று விளக்கங்களை அளிப்பதன் மூலம் ஒரு தொடர்பு மாற்றச் சார்பைத் தொடுமுனைகளின் ஒரு தொடர் இணைக் கட்டமைப்பாக எளிதாக அமைத்து விடலாம். இதே போலவே மின்னணுத் தருக்கச் சுற்றுகளையும் அமைக்க முடியும். எந்த ஒரு தொடர்பு மாற்றச் சார்பையும் பூலியன் பதங்களில் குறிப்பிடும் ஒரு முறையை அடைய இந்த அணுகுமுறை உதவும். அட்டவணை வடிவிலோ வரைபட வடிவிலோ உள்ள ஒரு சார்பில் பூலியன் கோவையை எளிதில் பெற முடியும்.

ஒவ்வொரு தொடர்பு மாற்றச் சார்புக்கும் பல பொருத்தமான மின்சுற்றுகள் அமைய முடியும். எனவே மிக எளிமைச் சுற்றுகளை உருவாக்குவது கடினமாகிறது. மாறிகளின் எண்ணிக்கை குறைவாயிருக்கையில் எளிமையாக்கல் சிக்கலுக்கு முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு தீர்வை எடுத்துப் பயன்படுத்தி விட முடியும். அஞ்சல் மின்சுற்றுகள், வெற்றிடக்குழல் மின் சுற்றுகள் போன்றவற்றிற்கு எளிமையாக்கல் தீர்வுகளில் அட்டவணைகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு வெளியீடும், நான்கு உள்ளீடுகளும் கொண்ட மின் சுற்றுகள் வரை இந்த அட்டவணைகளைப் பயன்படுத்த முடியும். ஹார்வர்ட் வரைபடமுறை, கார்னா வரைபடமுறை ஆகியவை வடிவியல் தொடர்புகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு வெளியீடும், ஆறு உள்ளீடுகளும் உள்ள மின் சுற்றுகளுக்கான சார்புகள் வரை திட்டமிட்ட முறையில் பகுப்பாய்வு செய்கின்றன.

மாறிகளின் எண்ணிக்கை உயர உயர இயலக்கூடிய சார்புகளின் எண்ணிக்கை விரைவாக உயர்கிறது. எ-டு: ஆறு இரட்டை மதிப்பு மாறிகளுக்கு 10^{19}க்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் வெவ்வேறு சார்புகள் பெறலாம். முழு அளவில் பொதுமையானதும், செயல் பொருத்தமுள்ள துமான முறை இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இருப்பினும் சேர்க்கை மற்றும் எளிமையாக்கலுக்குப் பல சிறப்பு உத்திகள் மேன்மேலும் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன.

தொடரியல் மின்சுற்றுகள். தொடரியல் மின்சுற்றுகளின் வெளியீடுகள் அவ்வப்போது செலுத்தப்படும் உள்ளீடுகளை மட்டுமல்லாமல் முன்னரே செலுத்தப்பட்ட

உள்ளீடுகளையும் பொறுத்து அமைகின்றன.எனவே அவற்றில் முந்தைய உள்ளீடுகளின் விளைவுகளை நினைவில் இருத்திக் கொள்ளும் உறுப்புகள் இடம்பெறுவது இன்றியமையாதது. பூட்டும் அஞ்சல்கள், இரு நிலைச் சுற்றுகள், காலம் தாழ்த்தும் பாதைகள், காந்த உள்ளகங்கள் ஆகியவை நினைவு இருப்பிடங்களாகப் பயன்படுகின்றன. இரண்டு நிலையான கட்டங்களைக் கொண்ட ஒரு கருவி ஓர் இரட்டை மதிப்பு இலக்கத்தை நினைவில் இருத்திக் கொள்ள முடியும். அந்த இலக்கம் பிட் (bit) எனப்படுகிறது. ஒரு மின்சுற்று நினைவில் வைத்துக் கொள்ளும் பிட்டுகளின் எண்ணிக்கையாகவோ உள்ளார்ந்த கட்டங்களின் எண்ணிக்கையாகவோ குறிப்பிடலாம். ஒரு மின்சுற்றிலுள்ள உள்ளார்ந்த நினைவுக் கருவிகளின் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட பாங்கமைப்பும் ஓர் உள்ளார்ந்த கட்டமாகக் கொள்ளப்படுகிறது. பிட்டுகளின் எண்ணிக்கை n எனில் உள்ளார்ந்த கட்டங்களின் எண்ணிக்கை 2 இரட்டை மதிப்பு எண்ணிகள், இடப்பெயர்ச்சிப் பதிவுக் கருவிகள் போன்றவை தொடரியல் மின் சுற்றுகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.



ஒரு தொடரியல் மின்சுற்றைப் பின்னூட்டம் உள்ள ஒரு கூட்டியல் சுற்றாக விவரிக்கலாம். படத்தில் உள்ள கட்டியல் சுற்றில் உள்ள இரண்டு வெளியீடுகளை அதன் இரண்டு உள்ளீடுகளுடன் இணைத்துவிட்டால் அது இரண்டு நினைவுப் பிட்டுகள் கொண்ட தொடரியல் சுற்றாகிவிடுகிறது. இத்தகைய ஒரு மூடிய கண்ணியில் மிகைப்பும், ஓரளவு காலத் தாழ்வும் இருக்க வேண்டும். தேவையெனில் கூடுதலான காலத் தாழ்வுக் கருவிகளை இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

மேற்காணும் படத்திலுள்ள கூட்டியல் மின்சுற்றையும் அதன் காலத் தாழ்வுகளையும் முழுமையாக மதிப்பிட்டுவிட முடியுமானால் அதன் உள்ளார்ந்த விவரம் முழுமையாகத் தெரிந்துவிடும். அதன் பண்பினைப் பகுப்பாய்வு செய்ய முடியும். ஒரு குறிப்பிட்ட உள்ளீட்டுத் தொகுப்புக்கு $m_1 = m_1$, $m_2 = m_2$ என அமையும்படிக் கூட்டியல் சுற்றின் தொடர்பு மாற்றச் சார்பு அமைந்திருக்குமானால் நினைவுக் கண்ணிகள் செயல்படுவதால் மின்சுற்றின் செயல்பாட்டில் மாற்றம் ஏற்படாது அப்போது மின்சுற்று நிலைப்பாடு உடையது எனக் கொள்ளப்படும். அவ்வாறு இல்லாவிடில் அந்த மின்சுற்று நிலையற்றது ஆகும். நிலையற்ற மின்சுற்றை உள்ளீடுகள் ஒரு புதிய கட்டத்திற்கு மாற்றிவிடும். அந்தப் புதிய கட்டம் நிலையானதாகவோ நிலையற்றதாகவோ இருக்கலாம். புதிய கட்டமும் நிலையற்றதாக இருந்தால் மின்சுற்று காலூன்றா நிலையில் (buzz) உள்ளதாகச் சொல்லப்படும்.

நினைவுக் கண்ணிகளில் எது முதலில் செயல்படுகிறது என்பதைப் பொறுத்து மின்சுற்றின் புதிய கட்டத்தின் தன்மை அமையுமானால் மின்சுற்று போட்டித் தன்மையில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படும். அதன் செயல்பாட்டைச் சரியாக முன்னறிவிப்புச் செய்ய முடியாது. மீண்டும் மீண்டும் வரும் ஒரே மாதிரியான கடிகாரத் துடிப்புகளினால் குறிக்கப்பட்ட நேரங்களில் குறிப்பிட்ட மாற்றம் ஏற்படுகிற மின்சுற்றுகளிலும் இத்தகைய ஐயப்பாட்டு நிலை தோன்றாது. கடிகாரத் துடிப்புகளின் ஆளுகையில் செயல்படுகிற இத்தகைய மின்சுற்றுகள் காலப் பொருத்த மின்சுற்றுகள் எனப்படும். இயல்பான உள்ளார்ந்த வேகத்தில் கட்ட மாற்றங்களுக்கு ஆளாகிற மின்சுற்றுகள் காலப் பொருத்தமற்றவை. அவற்றை வடிவமைப்பதில் கூடுதலான கவனமும் திறமையும் தேவைப்படும்.

– கே. என். இராமச்சந்திரன்

தொடர் வகைக்கெழுக்கள்

ஒரு தொடர்ச்சியான சார்பு y = f (x) ஐ ஒரு முறை வகையிட $\frac{dy}{dx}$ எனும் y இன் வகைக்கெழு கிடைக்கும். $\frac{dy}{dx}$, x சார்ந்த y இன் முதல் வகைக்கெழு ஆகும். இதைக் குறிப்பிட $\frac{dy}{dx}$, y^1, y_1 D (y)எனும் குறியீடுகளில் ஏதேனும் ஒன்றைப்பய ன்படுத்துதல் வழக்கம். $\frac{dy}{dx}$ பொதுவாக ஒரு x இன் சார்பாக இருந்தால், மீண்டும் $\frac{dy}{dx}$ ஐ வகையிடக் கிடைக்கும் வகைக்கெழு இரண்டாம் வகைக்கெழு எனப்படும். $\frac{d^2y}{dx^2}$, y^{11}, y_2, D^2 (y) ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றால் குறிக்கப்படும்.

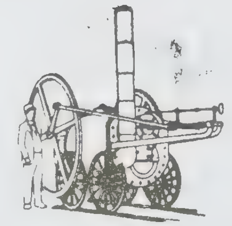
இவ்வாறே $\frac{d^2y}{dx^2}$, x இன் சார்பாக இருக்குமானால் மூன்றாம் வகைக்கெழு காண வேண்டும். இதை $\frac{d^3y}{dx^3}$, y^{111},

y_3, D^3 (y)என்பனவற்றால் குறிக்கலாம். இதுபோன்று, ஒரு கொடுக்கப்பட்ட xஇன் சார்பு அடுத்தடுத்து வகையிடத் தக்கதாக இருக்குமானால், அதன் தொடர் வகைக்கெழுக்களைப் பெற முடியும். n ஆம் வகைக் கெழுவைக் குறிப்பிட $\frac{d^n y}{dx^n}$, y^n, y_n, D^n (y) எனும் $\frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx_2} \cdots \frac{d^n y}{dx^n}$ என்பன Y இன் தொடர் வகைக்கெழுத்துக்கள் அல்லது அடுத்தடுத்த வகைக்கெழுக்கள் எனப்படும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

தொடர் வண்டிப் பொறிகள்

தண்டவாளங்களின் மேல் வண்டிகளை இழுக்கப் பயன்படும் தானியங்கி ஊர்திகளே தொடர் வண்டிப் பொறிகள் (locomotives) எனப்படுகின்றன. 1840 ஆம் ஆண்டு ரிச்சர்ட் திரிவிதிக் என்னும் கார்னிஸ் நாட்டுக்காரர் தொடர்வண்டிப் பொறியை உருவாக்கினார். இது மணிக்கு 80 கி.மீ. வேகத்தில் செல்லக்கூடியது. அதன் பின் விவியன் என்பாருடன் இணைந்து குகைகளில் ஓடும் தொடர் வண்டிப் பொறியை உருவாக்கினார்.



படம் 1. ரிச்சர்ட் திரிவிதிக் உருவாக்கிய தொடர் வண்டிப் பொறி

வகைகள். தொடர் வண்டிப் பொறிகள் நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் (steam locomotives), டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் (diesel locomotives), மின்சாரத் தொடர் வண்டிப் பொறிகள்(electric locomotives) என மூவகைப்படும். நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறியும், டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறியும் தானே திறனை உற்பத்தி செய்து கொள்ளும். மின்தொடர் வண்டிப் பொறிகள் தலைமிசைக் கம்பியளிலிருந்து (overhead line) திறனைப் பெறும்.

நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். இவை முதன் முதலில் உருவாக்கப்பட்ட தொடர் வண்டிப் பொறிகள் ஆகும். இதில் ஒரு நெருப்பறை (fire box) இருக்கும். அதனுள் நிலக்கரி அல்லது எரிபொருள் எண்ணெய் எரிக்கப்படும். இதனால் கிடைக்கும் வெப்பம் தொடர் வண்டிப் பொறிகளின் கொதிகலனுள் இருக்கும் நீரை நீராவியாக மாற்றப் பயன்படும். நீராவியால் உண்டாக்கப்படும் அழுத்தம் அழுந்துருள்கள் (pistons) எனப்படும் எஃகுத் தண்டுகளை இயக்கும் இத்தண்டுகள் உந்துத் தண்டுகள், முதன்மைத் தண்டுகள், பக்கத் தண்டுகள் ஆகியவற்றுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை அனைத்தும் ஓட்டும் சக்கரங்களை இயக்கும். உய்ப்புதவிப் பெட்டி(tender) எனப்படும் வண்டியில் எரிபொருளும் நீரும் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

படம் 2. நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறி

சக்கரங்களின் இயக்கத்தால் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் நகரும். இச்சக்கரங்கள் 3-7 அடி விட்டமுடையன. இச்சங்கரங்களுக்கிடையே சிறு சக்கரங்களும் காணப்படும். இவை தொடர் வண்டிப் பொறிகளின் எடையைச் சுமப்பதுடன் தொடர் வண்டிப் பொறி, வளைவுகளில் திரும்ப வழிவகுக்கும்.

நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறி, சக்கரங்களின் எண்ணிக்கை அமைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தப்படுகிறது. எ-டு: 4 முன் சக்கரங்கள், 6 ஓட்டும் சக்கரங்கள்,2 பின் சக்கரங்கள் உள்ள தொடர் வண்டிப் பொறி 4-6-2 எனக் குறிப்பிடப்படும். இணைப்புமாற்றத் தொடர் வண்டிப் பொறிகளில் ஓட்டும் சக்கரங்கள் மட்டும் காணப்படும்.

டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். 1980 ஆம் ஆண்டு டுடால்.:.ப் டீசல் என்பார் டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறியை உருவாக்கினார். இரைச்சலை உண்டாக்கும் இப்பொறிகளின் இயக்கத்தைத் தொடங்குவதும், நிறுத்துவதும் எளிது. டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறி ஆண்டிற்கு 150000 கி. மீட்டருக்கு மேல் ஓடும்.

படம் 3. டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள்

எரியும் எண்ணெயிலிருந்து உண்டாகும் வளிமம் உந்து தண்டை ஓட்டும். டீசல் பொறி, சக்கரங்களைத் திருப்பும் முன்னோடிக்கு ஆற்றலைக் கொடுக்கும். மின்னாக்கியை இயக்கும் சில டீசல் பொறிகள், பற்சக்கர அல்லது நீரியல் செலுத்தம் வாயிலாக நேரடியாகச் சக்கரங்களை இயக்கும். நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறிகளைவிட டீசல் தொடர் வண்டி பொறிகள் பழுதின்றிப் பல காலம் செயல்படும். இவை மிகு செயல்திறன் கொண்டவை. மேலும் மிகு வேகங்களில் சென்றாலும் தண்டவாளங்களுக்கு எவ்விதச் சேதமும் ஏற்படாது.

உருளைகளில் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தினால் இயங்கும். காற்று அமுக்கப்பட்டால் அதன் வெப்பநிலை உயரும். இதனால் உண்டாகும் வெப்பம் எரிபொருளை எரிக்கும். இவ்வாறு பெறப்படும் திறன் தொடர் வண்டிப் பொறிகளின் ஓட்டும் சக்கரங்களுக்குச் செலுத்தப்படும். (காண்க : டீசல் எந்திரம்) இவை நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறிகளைவிட விரைவாகச் செல்லும். டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் மின் டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள், நீரியல் டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள், எந்திரவியல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் என மூவகைப்படும். ஒவ்வொரு வகையும் பொறியிலிருந்து ஓட்டும் சக்கரங்களுக்குத் திறன் செலுத்தும் முறையில் வேறுபடுகிறது.

மின் டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் உள்ள அனைத்துத் தொடர் வண்டிப் பொறிகளும் இவ்வகையே ஆகும். பொறி மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும் மின்னாக்கிகளும் அதன் பின் இழுவை மின்னோடிகளுக்கும் (motors) மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும். அதன்பின், தொடர் வண்டிப் பொறிகளின் ஓட்டும் சக்கரங்களை இயக்கும் ஓட்டும் பற்சக்கரங்களுக்கு மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்.

இவ்வகைத் தொடர் வண்டிப் பொறிகளுக்கு நேர்திசை மின்னோட்ட மின்னாக்கி தேவை. எனவே, மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னாக்கிகள் பயன்படுமாயின் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர் திசை மின்னோட்டமாக மாற்றச் சிலிக்கான் திருத்திகள் பயன்படுகின்றன.

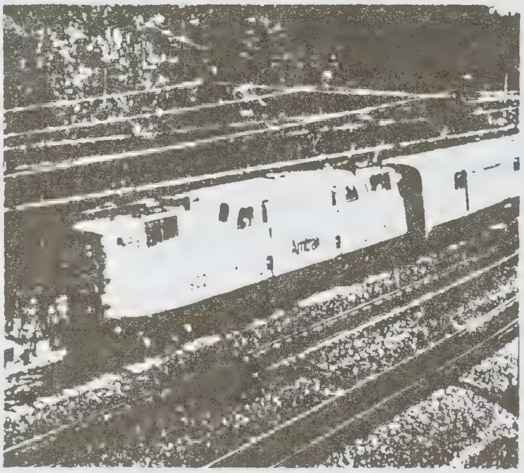
நீரியல் டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். இவ்வகையில், பொறி மின்னாக்கிக்குப் பதிலாக ஒரு திருக்க மாற்றியை இயக்கும். காண்க: திருக்க மாற்றி. இவ்வகைத் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் முதன்முதலில் உருவாக்கப்பட்டன.

எந்திரவியல் டீசல் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். இவை தானியிலங்கிகள் போலப் பொறியிலிருந்து திறனைப் பற்சக்கரங்கள், அச்சுத் தண்டுகள், ஊடிணைப்பி ஆகியவற்றின் மூலம் சக்கரங்களுக்குள் செலுத்தும்.

மின் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். 1879 ஆம் ஆண்டு பெர்லினில் நடைபெற்ற கண்காட்சி ஒன்றில் முதல் மின் தொடர் வண்டிப் பொறி ஓடியது. ஐக்கிய நாடுகளில் உள்ள பல மின் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தால் இயங்கக் கூடியவை. இவை இணைகரப் பெருக்கி (pantograph) மூலம் தலைமிசைக் கம்பியிலிருந்து மின்சாரத்தைப் பெறும். ஒரு மின்மாற்றி மூலம் தேவையான மின்னழுத்தம் பெறப்படும். பின் இவை நேரடியாக மாறுதிசை மின்னோட்ட இழுவை மின்னோடிகளுக்கு அல்லது திருத்தப்பட்டு நேர்திசை மின்னோட்ட இழுவை மின்னோடிகளுக்குச் செலுத்தப்படும்.

நேர்திசை மின்னோட்டத்தில் இயங்கும் சில தொடர் வண்டிப் பொறிகளும் சங்கிலிய இணைகரப்பெருக்கி மூலம் திறனைப் பெறும். சில நேர்திசைமின்னோட்டத் தொடர் வண்டிப் பொறிகளில் ரயில் தண்டவாளங்களோடு இணையாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும் தண்டவாளத்திலிருந்து ஒரு மூலம் ஆற்றலைப் பெறும்.

திறன் நிலையத்திலிருந்து பெறப்படும் மின்னோட்டத்தை மின்னோடிகளின் தேவைக்கேற்பத் தொடர் வண்டிப் பொறிகளிலுள்ள மின் மாற்றிகளும், மின் திருத்திகளும் மாற்றும். மின் தொடர் வண்டிப் பொறிகளின் அடிப்பகுதியிலுள்ள சுழலும் பெட்டிகளின் (swiveling trucks) ஓட்டும் சக்கரங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மின்னோடிகள் பெட்டிகளுக்கு வலப் பக்கத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மேலும் பற்சக்கரங்கள் சக்கரங்களை இயக்கும்.



படம் 4.மின் தொடர் வண்டிப் பொறிகள்

மின் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் வேகமாகச் செல்லக் கூடியவை; திறன் மிக்கவை; இவற்றிலிருந்து புகை வெளிவராது. எனவே, இவை நகரங்களில் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. நகரங்களின் நெருக்கடி நிலை காரணமாக மின் தொடர் வண்டிப் பொறிகள் புவிக்கு அடியில் சுரங்கங்களிலும் (tunnels) ஓடுகின்றன.

வளிம – சுழலித் தொடர் வண்டிப் பொறிகள். இவை மிகு சுமையை நெடுந்தொலைவிற்கு மிகு வேகங்களில் எடுத்துச் செல்ல பயன்படுகின்றன. இவை அமைப்பிலும் இயக்கத்திலும் டீசல் பொறியை ஒத்தவையாகும். இவற்றில் மிகு வேகமாகச் சுழலும் சுழலி காணப்படும். எண்ணெய் எரிவதால் உண்டாகும் வளிமங்களைக் கொண்டு சுழலி இயக்கப்படுகிறது. சில சுழலிகளில் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரி போன்றவை எரிபொருளாகப் பயன்படும்.

இவை டீசல் அல்லது நீராவித் தொடர் வண்டிப் பொறிகளைவிட விலை குறைந்தவை. ஒரே திறன் அளவுடைய டீசல் எந்திரத்திற்கு ஆகும் எரிபொருளின் அளவைவிட வளிம-சுழலி, தொடர் வண்டிப் பொறிகளுக்கு இரு மடங்கு எரிபொருள் தேவை.

அறிவியலாரும் பொறியியலாரும் அணு-ஆற்றலால் இயங்கும் தொடர் வண்டிப் பொறிகளை உருவாக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

- இரா. இந்து

தொடர் வினைகள்

வினைபடும் மூலக்கூறு ஒன்று கிளர்வுறுவதைத் தொடர்ந்து பல மூலக்கூறு வினையுறுவது தொடர்வினை (chain reaction) எனப்படும். சாதாரணமாக வேதிவினைகளின்போது வினையுறும் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் பிற மூலக்கூறுகளுடன் மோதிக் கிளர்வுற்ற பிறகே வினையில் ஈடுபட முடியும். பொதுவாக ஒரு நொடியில் இவ்வாறு நிகழும் மோதல்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவாதலின் வினையின் விரைவு குறைந்திருக்கும். தொடர் வினைகளில் இத்தேவை அகற்றப்பட, வினை தன்னிச்சையாகவே நிகழ்கிறது.

தொடர் வினைகள் பெரும்பாலும் ஒளிவேதிவினைகள் (photochemical reactions) ஆகும். இவற்றின் வினை வழி முறையைப் பற்றி நன்கறிவதற்கு மூலக்கூறுகளின் அடிப்படைச் சிதைவு வழிமுறைகளை அறிந்திருத்தல் வேண்டும். ஒரே வகையான அணுக்களைக் கொண்ட மூலக்கூறுகள் (சகபிணைப்புற்றவை) சமவகைப் பிளவு (homolytic fission), சமமில்லாத பிளவு (heterolytic fission) என இரு வேறு வழிகளில் சிதைவுறலாம்.

முதல் வகை $X:X \rightarrow X^{\cdot} + X^{\cdot}$ (அணுக்கள்)

இரண்டாம் வகை $X:X \rightarrow X^{+} + X:^{-}$ (அயனிகள்)

ஒளியுடன் மோதுவதால் நிகழும் சிதைவு மேற்கூறியவற்றுள் முதல் வகையைச் சார்ந்தது. இதை இயங்கு உறுப்பு வினை வழிமுறை (free radical mechanism) என்பர். இவ்வினையின் வினை வழிமுறைக்கு எடுத்துக்காட்டாக ஹைட்ரஜன் - குளோரின் சேர்க்கை வினையைக் கூறலாம்.

நிகர வினை : $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

முதல் கட்டம் (தொடர்வினைத் தொடக்கம்)

$$Cl_2^{\cdot} + h\nu \rightarrow Cl^{\cdot} + Cl^{\cdot}$$

இரண்டாம் கட்டம் : (பரவல்)

$$Cl^{\cdot} + H_2 \rightarrow HCl + H^{\cdot}$$

$$H^{\cdot} + Cl_2^{\cdot} \rightarrow HCl + Cl^{\cdot}$$

மூன்றாம் கட்டம் (வினை முடிவுறுதல்)

$$H^{\cdot} + H^{\cdot} \rightarrow H_2$$

$$Cl^{\cdot} + Cl^{\cdot} \rightarrow Cl_2$$

இவ்வணுக்கள வினைக்கலத்தின் சுவர்மீது மோதியோ, வினையுடன் தொடர்பற்ற மாசுப்பொருளின்மீது மோதியோ வினை முற்றுப் பெறலாம். கிளர்வுற்ற மூலக்கூறு ஒவ்வொன்றுக்கும் எத்தனை மூலக் கூறுகள் வினையுறலாம் என்பது (சங்கிலி நீளம் எனப்படுவது) பரவல் கட்டத்திற்கும் இறுதிக் கட்டத்திற்கும் இடையேயான போட்டியைப் பொறுத்தாகும். ஹைட்ரஜன் - குளோரின் சேர்க்கை வினையில் கிளர்வுற்ற ஒவ்வொரு குளோரின் அணுவுக்கும் ஏறத்தாழ 10^6 மூலக்கூறுகள் HCl தோன்றும். ஒளி வேதிவினைகளில் தொடர் வினையின் சங்கிலி நீளம், உறிஞ்சப்படும் ஒளித் துகள்களின் (photons) எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது; அதாவது, கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையை வினையுறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையால் வகுத்துப் பெறும் மதிப்பு ஒளிவேதி வினைகளின் குவாண்டம் விளைச்சல், பின்வரும் கோவையின் அடிப்படையில் கணக்கிடப்படுகிறது. (ஸ்டார் - ஐன்ஸ்டீன் விதி) :

$$\varphi = \frac{\text{சிதைவுறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{உறிஞ்சப்படும் ஒளிக் குவாண்டங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

கிளை வினைகளோ தொடர் வினைகளோ அற்ற நிலையில் ஒளிவேதி வினையின் குவாண்டம் விளைச்சல் 1 ஆகும். சான்றாக,

$$2\,Fe^{2+} + I_2 \rightarrow 2\,Fe^{3+} + 2\,I$$

என்னும் (அலைநீளம் 5790Å கொண்ட ஒளியைப் பயன்படுத்தி நிகழ்த்தப்படும்) வினையைக் கூறலாம். மாறாக, 0.1 M பென்சைல் ஆல்கஹால் கரைசலைத் தடுப்பானாகப் பயன்படுத்தி ஒளி ஆற்றலால் நிகழ்த்தப்படும் சோடியம் சல்ஃபைட்டின் ஆக்சிஜனேற்றத்தில் உறிஞ்சப்படும் ஒவ்வொரு குவாண்டம் ஒளிக்கும் 128 சோடியம் சல்ஃபைட் மூலக்கூறுகள் ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. அதே நேரத்தில், ஒவ்வொரு 58 மூலக்கூறுகள் சோடியம் சல்ஃபைட்டுக்கும் ஒரு பென்சைல் ஆல்கஹால் மூலக்கூறு ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. சல்ஃபைட் ஆக்சிஜனேற்றத் தொடர் வினைக்குப் பென்சைல் ஆல்கஹால் தடுப்பான் எனில், ஒவ்வொரு தொடரிலும் 58 சல்ஃபைட் மூலக்கூறுகள் இருத்தல் வேண்டும். எனவே, $128/58 = 2.2$ அதாவது ஒரு குவாண்டம் உறிஞ்சலுக்கு 2 தொடர் வினைச்சங்கிலிகள் தோன்றக்கூடும். ஹைட்ரஜன்-குளோரின் வினையில் குவாண்டம் விளைச்சல் 10^6 எனத் தோன்றுவதால் ஸ்டார்க் - ஐன்ஸ்டீன் விதி இங்குப் பொருந்தாது என்பது தெளிவாகிறது.

தொடர் வினைகள் யாவுமே முப்பரப்பு மோதல்களால் (three body collisions) நிகழ்கின்றன. வளிம நிலையில் மோதல்கள் பெரும் எண்ணிக்கையில் நிகழ வாய்ப்பில்லை. வளிமக் கலத்தின் சுவர்களின் மீது மோதல் நிகழ்ந்து வினை முடிவுறலாம். குறைந்த அழுத்தங்களில் வினைப்படும் மூலக்கூறுகள் வினைக்கலத்தின் சுவரை அடைவதற்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகும். ஏனெனில், வளிம நிலையில் மோதல் வாய்ப்புக் குறைவு. குறைவான அழுத்தங்களில் ஹைட்ரஜன் குளோரைடின் விளைச்சல் (அதாவது தொடர்வினையில் சங்கிலி நீளம்) குறைவாகவே உள்ளது என்பதிலிருந்து இது தெளிவாகிறது. வினைக்கலத்திலும் தாள் வடிவில் சிலிக்கானையோ, கண்ணாடியையோ வினைகளில் திண்மப் பரப்பைக் கூடுதலாக்கினால், வினையின் வேகம் கூடுதலாக வேண்டும். இங்கு நேர்மாறான விளைவு தோன்றுவதால் ஒரு தொடர்வினை நிகழ்கிறது என்பது தெளிவாகிறது. பொதுவாக, வினைக்கலத்தின் பரப்பு பருமன் விகிதத்தைக் கூடுதலாக்குவதால் வினையின் விரைவு குறைந்தால், ஒரு சங்கிலித் தொடர் வினை நிகழ்கிறது எனக் கருதலாம். உயர் அழுத்தங்களில் தொடர் வினைச்சங்கிலிகள் வினைக்கலத்தின் சுவர்மீது மட்டுமன்றி வளிம மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயும் மோதி முடிவுறலாம்.

வினைக்கலத்தின் பரப்பு பருமன் விகித மாற்றத்தால் மட்டுமின்றி, வினைக்கலவையுடன் சிறிதளவு நைட்ரிக் ஆக்சைடு அல்லது புரோப்பிலீனைக் கலந்தும் தொடர் வினையைக் கண்டறியலாம். இவ்வேதிப் பொருள்கள் சங்கிலி வினைத் தோற்றிகளுடன் (chain carriers) வினையுற்று, வினையின் விரைவைக் குறைக்கின்றன. அணுக்களும் தனித்தியங்கு உறுப்புகளும் பாரா ஹைட்ரஜனை ஆர்த்தோ - ஹைட்ரஜனாக மாற்றும் வினையை ஊக்குவிக்கின்றன. எனவே, தொடர் வினையைக் (அதாவது தனித்தியங்கு உறுப்புகளின் தோற்றத்தை) கண்டறிவதற்கு இதை மூன்றாம் வழிமுறையாகப் பயன்படுத்தலாம்.

தொடர்வினைகளின் வினைவேக இயல். ஒரு தொடர் வினையின் விரைவைத் தோராயமாகப் பின்வரும் கோவை மூலம் எழுதலாம்.

$$\text{வினை விரைவு} = \frac{F(c)}{f_g + f_c + A(1-a)}$$

F (c) = வினையுறும் வளிமங்களின் செறிவுகளின் ஒரு சார்பலன் f_g, f_c என்பன முறையே திண்மப் பரப்பின்மீதும், வளிம மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயும் நிகழும் மோதல்களால் சங்கிலிகள் உடைவதற்கான காரணிகள். A = உயர் மதிப்புக் கொண்ட மாறிலி. a= ஒவ்வொரு வேதி நிகழ்விலும் தோன்றும் மூலக்கூறுகள் அணுக்களின் எண்ணிக்கை. பெரும்பாலான தொடர்வினைகளில் a இன்மதிப்பு 1 ஆகும். எனவே,

வினையின் விரைவு திட்டமாகத் தெரிந்ததாகவும், சங்கிலி நீளத்தைப் பொறுத்ததாகவும் உள்ளது. சங்கிலி நீளம் F_c, F_s nக்கு எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது. இவ்வகைச் சங்கிலிகள் நிலைத்த சங்கிலிகள் (stationary chains) எனக் குறிக்கப்படுகின்றன. மாறாக, a இன் மதிப்பு ஒன்றுக்குக் கூடுதலாக இருப்பின்,வினையின் விரைவு முடிவிலியாகத் தோன்றும் அளவுக்கு உயர்ந்துள்ளது. வினையுறும் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சங்கிலித் தோற்றிகளால் பதிலீடு செய்யப்படுகிறது. இதன் விளைவாக, தேவையான எண்ணிக்கையில் கிளைச் சங்கிலிகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. அடுத்த கட்டமாக, வினையின் விரைவு உடனடியாக உயர்ந்து வெடித்தல் வினையில் முடிகிறது. இவ்வகைச் சங்கிலிகள் நிலை கொள்ளாச் சங்கிலிகள் (non stationary chains) எனப்படும். ஒரு வினையின் தொடக்க கட்டங்களில் வெளிப்படும் வெப்பத்தால் வினைக் கலவையிலுள்ள வளிமங்களில் வெப்பநிலை உயர்ந்து, அதன் விளைவாகத் தோன்றும் வெடித்தல் நிகழ்ச்சிகளைத் தொடர்வினையால் ஏற்படும் வெடித்தல் நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காணுதல் இன்றியமையாதது.

நிலைகொள்ளாச் சங்கிலிகளின் தாக்கம் வளிமங்களின் எரிதலில் தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன், பாஸ்ஃபீன், கார்பன் டைசல்ஃபைடு, கார்பன் மோனாக்சைடு போன்ற எரிபொருள்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஆக்சிஜனுடன் கலக்கப்பட்ட நிலையில் வெடித்தல் வரம்புகள் (explosion limits) எனும் துணையலகுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. எரிபொருள் ஆக்சிஜன் கலவையில் அழுத்தத்தைக் கூடுதலாக்கும்போது எரிதல் வினையின் விரைவும் கூடுதலாக்கிக் கொண்டே செல்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தத்தில் (இவ்வழுத்தம் எரிபொருளுக்கு எரிபொருள் வேறுபடும்) வினை வெடித்தல் வகையாக மாறிவிடுகிறது. மற்றொரு மேல் அழுத்த நிலை வரை இவ்வெடித்தல் நிகழ்வு தொடர்கிறது. இவ்வழுத்தத்திற்கு மேற்பட்டட அழுத்தங்களில் மீண்டும் வினை எளிமையடைகிறது. இவ்விரண்டு அழுத்தங்கள், வெடித்தல் வரம்புகள் எனப்படுகின்றன. இவ்விரண்டு அழுத்த நிலைகளுக்கு இடைப்பட்ட நிலைகளில் நிலைகொள்ளாச் சங்கிலிகள் எண்ணிறந்த நிலையில் தோன்றுகின்றன. வெடித்தலின் அடிவரம்புக்குக் கீழே சங்கிலிகள் வளிமக்கலத்தின் சுவர்களில் மோதி முடிவுறுகின்றன. வெடித்தலின் உயர் வரம்புக்கு மேல் மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட மோதல்களால் சங்கிலிகள் பரவாமல் தடுக்கப்படுகின்றன. வெடித்தல் வரம்புகளைச் செமனாஃப் (Semanoff) ஹின்ஷெல்வுட் (Hinshelwood) ஆகியோர் தனித்தனியே ஆராய்ச்சி செய்து அறிந்து கூறினர்.

தொடர் வினைகளில் தனித்தியங்கு உறுப்புகளின் பங்கு ஓரளவேயாகும். அசெட்டால்டிஹைடு 300 °C வரை நிலைத்தன்மை கொண்டது. எனினும், சிறிது அசோமெத்தேனைக் கலந்தால் அசெட்டால்டிஹைடு உடனே சிதைவுறுகிறது. அசோமெத்தேன் சிதைவுறுவதால் வெளியாகும் மெத்தில் தொகுதி ஒரு சங்கிலித் தொடர்வினையைத் தொடங்குகிறது. தொடர் வினைகள் ஒருபடித்தான வினையூக்கத்திலும் எதிர்வினையூக்கத்திலும் (negative catalysis) முதன்மை பெறுகின்றன. உட்கனல் பொறிகளில் எரிபொருள் காற்றுக் கலவை, சுடரின் முன்னர் பாய்ந்து திடீர் அழுத்த உயர்வைத் ஏற்படுத்தக்கூடும். இத்தொடர்பின் போது ஒரு வெடித்தல் நிகழும். இடித்தல் (knocking) எனப்படும் இந்நிகழ்ச்சியின் இயங்கு முறையில் தொடர்வினை அடங்கியுள்ளது. இவ்வினையின் சங்கிலிகளை முறிக்க டெட்ரா எத்தில் காரீயம் எனும் வேதிப் பொருள் பயன்படுகிறது. பெட்ரோலைச் சேமிப்புக் கலங்களில் தேக்கிவைக்கும்போது கலத்தின் அடியில் தோன்றும் ரெசினும் தொடர் வினையின் வினையேயாகும்.

சேர்க்கை வகைப் பல்லுறுப்பாக்கல் (addition polymerisation) என்னும் வினையும் ஒரு தொடர்வினை இயக்கமேயாகும். எடுத்துக்காட்டாக, பாலிஎத்திலீன், பாலிஸ்டைரீன், பியூனா - ரப்பர் பாலிவினைல் குளோரைடு ஆகிய தயாரிப்புகளைக் கூறலாம். இங்குத் தொடர்வினைக்கு வித்திடும் இயங்கு உறுப்பாக்கிகள் (free radical generators) ஆக்சிஜனோ, பெராக்சைடுகளோ ஆகும். சங்கிலி நீளத்தைத் திருத்தியமைக்கும் வேதிப் பொருள்களும் (chain length modifiers) பயனாகின்றன. டோடெகைல் மெர்காப்டன் எனும் வேதிப் பொருள் இவ்வகையில் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். உணவுப் பொருள் கெட்டுப்போதலும் தொடர்வினை இயங்குமுறையைக் கொண்டது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தொடரறு படிவமைப்பும் தொடரிலாப் படிவமைப்பும்

ஆறு, காற்று, பனியாறு முதலியவற்றால் அரித்து அடித்துக் கொண்டு வரப்படும் பாறைப் பொருள்கள் வண்டல்களாகப் படிகின்றன. இந்த வண்டல்கள் இறுதியாகக் கெட்டியாகப் படிவுகள் உருவாகின்றன. இவ்வண்டல், தன்மையால் பெரிதும் மாறுபடக்கூடும். இதன் தன்மைகள் வேறுபடுவதினால் பல படிவுகள் உண்டாகும்போது முதன்முதலாக அடித்துக் கொண்டுவரப்பட்ட வண்டல் இறுகி, அதிலிருந்து முதலில் படிவு தோன்றும், அடுத்த படிவு முந்திய

படிவிற்கு மேலே ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமையும். இதனால் முதலில் தோன்றிய காலத்தின் முந்திய படிவு அடியிலும், காலத்தில் பிந்திய படிவு மேலேயும் அமையும்.

இப்படிவுகள் வெவ்வேறு காலத்தில் உருவானவை யாயினும் இவற்றின் உருவாக்கம் தொடர்ந்து நடைபெற்றது. எந்த இரண்டு படிவுகளை எடுத்துக் கொண்டாலும் அவை தொடர்ந்து ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தோன்றும். பின்னர் வண்டல் படிந்து படிவுகள் தோன்றாத இந்நிலை அந்த நிலப்பகுதியின் கடல் மட்டத்திற்கு மேலே அமையலாம். உயர் பகுதியில் ஆறு, காற்று முதலியவற்றால் அரிப்பு ஏற்பட்டு மேலே இருக்கும் படிவு சிதையும். இதனால் இப்பகுதியில் படிவுகள் ஏற்படுவதில் தடையும், அதற்கு மாறாக அரிப்பும் ஏற்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப் பின்னர் மீண்டும் இப்பகுதி நீர்மட்டத்திற்கும் கீழே செல்லக் கூடும். அப்பகுதிகளில் மீண்டும் படிவுகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகத் தோன்றும்.

முன்பு தோன்றிய படிவுகள் தொல்படிவுத் தொகுதி எனவும், பின்னர்த் தோன்றியவை காலத்தால் பிந்திய படிவுத் தொகுதி எனவும் கூறப்படும். இவ்விரு படிவுத் தொகுதி களையும் இடைக்காலத்தில் ஏற்பட்ட அரிப்பினால் உண்டான தளம் பிரித்து வைக்கிறது. இத்தகு அரிப்புகளால் படிவுகள் தோன்றுவதில் தடை ஏற்படுவதை எடுத்துக் காட்டுகிறது. அரிப்புத் தளத்திற்கு மேலே காலத்தால் பிந்திய படிவுகளும், அத்தளத்திற்குக் கீழே காலத்தால் முந்திய படிவுகளும் உள்ளமையை உடன்படாப் படிவு அமைப்பு என்பர். உடன்படாப் படிவு அமைப்புகளில் பல வகை உண்டு.

அரிப்புத் தளத்திற்குக் கீழே (காலத்தால் முந்தியவை) பாறைக்குழம்பு குளிர்ந்து உண்டான ஆழ்நிலை அனற்பாறை இருக்கும். அதன்மீது பின்னர் ஏற்பட்ட படிவுப்பாறைகள் அடைப்புக்கும் மேலேயுள்ள காலத்தால் பிந்திய படிவுப்பாறைகளுக்கும், கீழேயுள்ள காலத்தால் முந்திய ஆழ்நிலை அனற்பாறைக்கும் இடையே அரிப்புத்தளம் உருவாகும் உடன்படா படிவு அமைப்பினைத் தொடரறு படிவமைப்பு என்பர்.

தொடர் படிவமைப்பு

படிவிலாக் கட்டமைப்பு வகைகளில் படிவு குறைந்த கட்டமைப்பும் (disconformity) ஒன்றாகும். படிவுற்ற மூத்த பாறையின் மேல்தளம் சிதைவுற்றுப் பாறைச் சிதைவுகள் கடத்தப்படின் அத்தளம் ஒழுங்கற்ற வடிவுறும். காலப்போக்கில் இவ்வொழுங்கற்ற தளத்தின் மேல் சில படிவுகள் படிவுறாமல் விடுபட அதன்மேல் மூத்த தளங்களுக்கு இணையாக இளைய படிவுகள் படிவுறும் கட்டமைப்பால் தோன்றும் வடிவமைப்பைப் படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு என்பர். இவ்வகை அமைப்புகளில் மூத்த படிவுகள் உருவாகும் காலம் வரையிலும் மூத்த படிவுகளுக்கு இணையாக இளம் படிவுகள் படிவதற்குத் தடையாக யாதொரு பெரு இயக்கங்களும் செயல்படுவ தில்லை. மூத்த படிவுகளும் இளம் படிவுகளும் (older and younger strata) படிவுப் பாறைகளாகவோ, அனற்பாறைகளாகவோ மூத்த படிவாகி, படிவுப்பாறை இளம் படிவாகவோ, மூத்த இளம் படிவுகள் இரண்டுமே எரிமலைப் பாறைகளாகவோ அமையலாம். மூத்த படிவுகள் பேரளவிற்கு சிதைவுற்ற முழுச் சிதைவு நிலையை அடையலாம். ஓரளவிற்கே சிதைவுற்று மூத்த படிவுகளின் பெரும்பாலான படிவங்கள் சிதையாமல் அப்படியே இருக்க மேல்தளப் படிவின் (top strata) மேற்பரப்பு மட்டுமே கூடச் சிதைவுற்று அமையலாம்.

படிவு குறைந்த கட்டமைப்பில் இரு வகைகளில் பெரும் படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு (major disconformity) பொதுவாகப் படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு என்றும், சிறு படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு (minor disconformity) மட்டுமே சிறு என்ற அடைமொழி இட்டும் குறிக்கப்படும். சிறுபடிவு குறைந்த கட்டமைப்பு சிலவிடங்களில் சிற்றெல்லைப் படிவிலாக் கட்டமைப்பு (local unconformity) என்றும் குறிக்கப்படும்.

சிறு படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு உருவாக ஆகும் கால அளவும் அவ்வமைப்பின் முப்பரிமான எல்லை அளவுகளும் மிகக் குறுகியன. நீரோடை பரல், மணல், கனிமப் பொருள்களை அதன் படிவுறு பகுதிகளில் வெள்ளம் ஏற்படும் காலங்களில் கொண்டு வந்து சேர்க்கிறது. ஆனால் வெள்ளம் குறைந்த பிற காலங்களில் அதன் நீரோட்டப் போக்கிற்கு ஏற்ப இதே படிவுறு பகுதிகளில் பலவாறு அலைந்து இடம்மாறி அது செல்லும் இடங்களில் எல்லாம் சில செ.மீ. ஆழம் முதல் ஓரிரு மீட்டர் ஆழம் வரையிலும் அதேபோலப் பலநூறு மீட்டர் அகலங்களுக்கும் அரித்து எடுத்துச் செல்லும். அரிமானம் அடைந்த பரப்பின் மேல் அடுத்த வெள்ளக் காலத்தில் கொண்டு வந்து சேர்க்கப்படும் பொருள்கள் படியும்போது அரிக்கப்பட்ட இடங்கள் நிரப்பப்பட்டுக் கீழமைந்த பழைமையான படிவுகளுக்கு இணையான புதுப்படிவுகள் தோன்றும். இவை ஒத்த அமைப்புகளும் சிறு படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு எனப்படும்.

படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு என்பது காலத்தாலும், பரிமாணத்தாலும் பேரளவினது. காலப்பேரளவு மூத்த படிவுகளின் சிதைவுக் காலமாகவோ சிதைந்த அமைப்பின்

மேல் இளம்பாறைப் படிவுகள் தோன்றாத இடைக் காலமாகவோ அமையும். மூத்த படிவங்களும் அதன் மேல் அமைந்த இளம் படிவங்களும் பல கி.மீ. பரந்து கிடக்கும்.

திறந்த சுரங்கங்கள், சாலையோரங்கள், நீரோடைக் கரைகள், துருத்திகள் (outcrops) போன்ற இடங்களில் ஏற்ற சூழ்நிலைகளில் இக்கட்டமைப்புகளைக் காணலாம். சில அமைப்புகள் நிற வேறுபாடுற்ற மூத்த இளம் பாறைகளை மேலும் கீழும் கொண்டிருப்பினும்கூட இவை சிறு படிவு குறைந்த கட்டமைப்பு அல்ல என்பதனை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளப் பேரளவுப் பரப்புகளை ஆயவேண்டும். மற்றும் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றப் பார்வையில் படிவு குறைந்த கட்டமைப்புக் கோடு தெளிவின்றி இருப்பின், இதனைப் பெயர்ச்சிப் பிளவு அமைப்பிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டவல்ல வேறு சான்றுகளைக் கொண்டே உறுதி செய்ய இயலும். பெரும்பாலும் மூத்த படிவத்தின் சிதைவுற்ற பகுதிகளும், சின்னஞ்சிறு நீள்முகடுகளும் (ridges) மணற்பாறைகளும் இளைய படிவத்தினுள் பொதிந்து கிடப்பதைக் கொண்டு, அது படிவு குறைந்த கட்டமைப்பே என்று உறுதிப்படுத்தலாம். இளையபடிவம் கூழாங்கல் பாறைகளைக் (conglomerates) கொண்டிருக்கவும் வாய்ப்புள்ளமையும் மற்றொரு சான்றாக அமைகிறது.

நாகபுரி - சிந்துவாராப் பகுதிகளில் அமைந்த ஆர்க்கெயன் பிரிவுப் பாறைகளில் சாஸர் (Sausar series) வரிசைப் படிவுகள் மூன்று நூற்றாண்டுகளாக ஆராய்ச்சிக்கு உட்பட்டுள்ளன. மாங்கனீஸ் தாதுப் படிவங்கள் நிறைந்த இப்படிவுகள் கட்டமைப்பால் மிகவும் சிக்கலானவை. பாலக்காடு முதல் சிந்துவாரா வரை கிழக்கு - மேற்காக 200 கி.மீ. நீண்டும் 25-30 கி.மீ. அகன்றும் உள்ள இப்படிவுகள் நிலமடிப்பு, பெயர்ச்சிப் பிளவு போன்றவை நிறைந்தனவாகும். சாஸர் வரிசைப் படிவுகளில் மிக மூத்த படிவு உருமாற்றப் பாறைக்குழுவினது ஆகும். இக்குழுவில் உறைப்பர்ஸ்தீன் கிரேனைட் வரிப்பாறை, பயோட்டைட் வரிப்பாறை, ஹார்ன்பிளண்ட் வரிப்பாறை, ஆம்பிபோலைட் போன்ற பாறைகள் அடங்கும். இப்பாறைக் குழுமத்தின் பின்னர் படிவு குறைந்த கட்டமைப்பும் அதற்கும் இளைய பாறைகளாகத் திரோடி வரிப்பாறைகளும் (tirodi gneisis) அமைந்துள்ள. பெரும்பாலான பயோட்டைட் வரிப்பாறைகளாக உள்ள இக்குழுமத்தில் ஆம்பிபோலைட், ஹார்ன்பிளன்ட் படலப் பாறைகள் (hornblende schist) ∴பெல்சுபார்-மஸ்க்கோவைட் படலப்பாறைகள் ஆகியவை உள்ளன.

இளைய படிவுக்கும் அடுத்த மிக இளைய படிவு சீத்தாசெளங்கி நிலைப் (sitasaongi stage) படிவுகளாகும். திரோடி வரிப்பாறைகளுக்கும், சீத்தாசெளங்கி நிலைப் படிவுகளுக்கும் இடையே படிவு குறைந்த கட்டமைப்புக் காணப்படுகிறது. இந்த மிக இளைய படிவில் ‘குவார்ட்ஸ்-மஸ்க்கோலைட் படலப் பாறைகள் மற்றும் ∴பெல்சுபார்-மஸ்க்கோலைட் படலப்பாறைகள் குவார்ட்சைட்டை ஆங்காங்கே கொண்டிருக்கின்றன. ஆங்காங்கு சயனைட், கார்னட் கொண்ட வரிப்பாறைகளும் உண்டு. இவ்விரண்டு படிவு குறைந்த கட்டமைப்புகளுக்குப் பின்னர் லோகாங்கி நிலை (lohangi stage) மான்சர் நிலை (mansar stage) மற்றும் உள்ள இளநிலை படிவுகள் படிவுத் தொடர்புகள் அமைந்துள்ளன.

மற்றும் படிவிலாப் பேரிடைவெளி (hiatus) பாறை அடுக்கியல் படிவுகளை ஒப்பிடும்போது, ஒத்த காலத்தில் மற்ற இடங்களில் படிந்த படிவுகள் குறிப்பிட்ட இடங்களில் மட்டும் படிவுறாமையால் ஏற்பட்ட பேரிடை வெளிகளைக் குறிப்பதாகும். கோண்டுவானாப் பாறையடுக்கியலைக் கணக்கி கண்ணோட்டமிடும்போது இந்தியாவில் நடு டிரையாசிக், மேல் டிரையாசிக் (middle and upper triassic) மகாதேவா நிலைப் படிவுகளில் பச்சமார்கி படிவு மட்டுமே காணப்படுகிறது. இதற்கு நேர் இளைய நேர்மூத்த படிவுகள் அல்லது இரண்டில் ஒன்று தென் அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, பிரேசில், அர்ஜென்டினா நாடுகளில் படிவுற்றுள்ள நிலையில் இந்தியப் பாறைப் படிவுகள் இவ்விரண்டையும் கொண்டிராமல் முறையே அவற்றிற்கு மூத்த, இளைய பஞ்சட் மற்றும் இராஜ்மகால் எரிமலைப் பாறைகளையே கொண்டிருக்கின்றன. இத்தகைய பேரிடைவெளிகள், கீழ், நடு கார்பானிபெரஸ் காலத்தில் பேரளவில் உள்ளமை கோண்டுவானா அடுக்குப் பாறை இயல்பியல் சுட்டிக்காட்டும். எனினும் படிவு குறைந்த இடைவெளி என்னும் சொல்லாட்சியினையே, அச்சொல்லினால் சுட்டப்படுவது முழுமையான பொருளினைச் சுட்டிக்காட்டவல்லது அன்று எனப்புறம் தள்ளி இச்சொல் பயன்படுத்தப்படும் இடங்களில் எல்லாம் படிவிலா இடைவெளியே சரியான ஆட்சியெனச் சொல்லுவாரும் உண்டு.

- ம.சிவக்குமார்
- இல. வைத்தியலிங்கம்

துணைநூல். M.S.Krishnan, Geology of India and Burma, Higginbothams Pvt. Ltd., Madras. 1984.

தொடுகை உருமாற்றப் பாறை

புவியின் நிலவியல் வரலாற்றில் அவ்வப்போது நிலமேற்பரப்பின் அருகே உகலியக்க மண்டலத்துக்கும் (zone of Weathering) காரைப் பிணைப்பு (cementation) மண்டலத்துக்கும் கீழே வெப்பம், அழுத்தம், வேதிச் சுழல் ஆகியவற்றில் நிகழும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப, பாறைகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளைப் பாறை மாற்றம் (metfamorphism) என்பர். புதிதாக உருவாகும் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பக் கனிமங்கள் புதிய சமநிலையை அடைவதற்கு இத்தகைய இயற்பிய மற்றும் வேதியிய மாற்றங்கள் உதவுகின்றன.

பொதுவாகக் கிரேனைட், கேப்ரோ போன்ற பெருமளவிலான அனற்பாறைகளைச் சுற்றிப் பிற வகை வெப்ப உருமாற்றங்களைவிடத் தாழ்நிலையில் உள்ள வெப்பங்களில் நிகழும் மாற்றங்களையே தொடுகை உருமாற்றம் என்பர். சாதாரண தொடுகை உருமாற்ற இயக்கத்தால், பாறைகளின் மொத்த வேதி இயைபில் மாற்றம் ஏதும் ஏற்படாது. இத்தகைய மாற்றத்தில் ஒரு பெரிய கிரேனைட் நுழைவினைச் சுற்றி அதன் அளவு, உருவம் ஆகியவற்றையொட்டிப் பல கி.மீ. வரை விளைபயன் ஏற்படும். சிறிய பாறை நுழைவுகளின் (intrusives) அருகே ஒரு சில செ.மீ. வரையில் மட்டும் வினைபயன் ஏற்படும்.

சூடான கிரேனைட் போன்ற அமில வகைப் பாறைக் குழம்புகளில் (magma) பிற வகைகளைவிடப் பெருமளவிற்கு வேதியியல் இயக்க வினைவேகமுள்ள வளிமங்களும் நீர்மங்களும் ஆவியாகும் பொருள்களும் (volatiles) தொடர்பு பெற்றுள்ளமையால் சுற்றியுள்ள பாறைகள் அவற்றில் விரைவில் உருமாற்றமடைகின்றன. இந்த உருமாற்றம் பாறைகளில் மூல வேதியியல் கூட்டுச் சேர்வு, கனிம வகைகளின் கூட்டுச்சேர்க்கை, புனரமைத் தன்மை ஆகியவற்றுக்கு ஏற்ப நிகழும். ஏனெனில் தொடுகை உருமாற்றத்துக்கு உறுதுணையாகச் சூடான பாறைக் குழம்பிலிருந்து வெளிப்படும் பாய்மப் பொருள்கள் (fluids) உருமாறும் பாறைகளினூடே ஊடுருவிச் செல்ல அவற்றின் புனரமை பெரிதும் உதவும்.

ஒரு பெரிய அனற்பாறைப் பொருளாலான நுழைவு ஏற்படும்போது அதனைச் சுற்றியுள்ள பாறைகள் வெப்பத்தால் சூளையில் சுட்டதுபோன்ற மாற்றங்களை அடைகின்றன. பாறையில் முதலில் இருந்த கனிமங்கள் சிதைவுறுகின்றன. அதனால் அவற்றிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்ட அவற்றின் அயனிகள் (ions) வேறுவிதக் கலவைக் கூறுகளாக மாறிப் புதிய சூழ்நிலைகளுக்கேற்பப் புதுக் கனிமங்களை உண்டாக்குகின்றன. மாசு கலந்த சுண்ணப்பாறையில் கால்சியம், மெக்னீசியம், இரும்பு ஆகியவற்றின் கார்போனேட்டுகளும், குவார்ட்ஸ் மற்றும் களிமண் சத்து ஆகியவையும் இருக்கும்போது அதிலுள்ள கால்சியம் ஆக்சைடும் குவார்ட்சும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து ஒவ்வாங்டோனைட் என்னும் கனிமத்தை உண்டாக்கும். டோலமைட் குவார்ட்ஸ், நீர் ஆகியவை ஒன்று சேர்ந்து டிரிமோலைட் (Tremolites) அல்லது அதனுடன் அயச்சத்தும் சேர்ந்து ஆக்டினோலைட் (Actinolites) என்னும் கனிமங்களை உண்டாக்குகின்றன. கால்சைட், களிச்சத்து, குவார்ட்ஸ் ஆகியவை சேர்ந்து குரோசுல்லாரைட் கார்னெட் என்னும் கனிமம் உண்டாகிறது. சாதாரணமாகப் படிகமான பாறைகளாகிய மணற்பாறைகளிலிருந்து உண்டான குவார்ட்சைட், சுண்ணப்பாறை அல்லது டோலமைட் ஆகியவற்றிலிருந்து உண்டான சலவைக்கல் (marble), களிமன் பாறைகளிலிருந்து (shale) மிகுதியாக உருமாற்றப்பட்ட பாறைகளான பலகைப் பாறைகள் (slate) ஆகியவற்றிலிருந்து உண்டான ஹார்ன்பெல்ஸ் (hornfels). தூய்மையற்ற சுண்ணப்பாறைகளிலிருந்து உண்டான சிக்கலான சிலிக்கேட்டுப் பாறைகள் ஆகியவையும் குறிப்பிடத்தக்கவை.

வெப்பத்தினால் சில படிவுப்பொருள்கள் படிக உருவம் கொள்கின்றன. (எ.டு): சுண்ணப்பாறைப் படிவிலிருந்து படிகக்கால்சைட் உண்டாகிறது. இதனால் சலவைக்கல் (marble) பெறப்படுகிறது. மணற்பாறையின் (sandstone) பிணைப்புப் பொருளான (cement) சிலிக்காவும் படிகவயக் குவார்ட்சாக மாறுவதால் குவார்ட்சைட் (quartzite) உண்டாகிறது.

இறுக்கத்தால் படிவுப்பாறையாகிய களிப்பாறை (shale) பேரளவுடைய கிரேனைட் உந்தலால் தொடுகை உருமாற்றமடையும்போது தொடு இடத்துக்கு அருகிலும் நெடுந்தொலைவிலும் பல மாறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. வெப்பம் மிகுந்த அண்மைப் பகுதியில் ஆண்ட்லூசைட் ஹார்ன்பெல்ஸ் (Andaulusite horntels) என்னும் பாறை உண்டாகிறது. இதில் சிறிய அளவுடைய ஆண்டலூசைட், பயோடைட், மஸ்கோலைட், குவார்ட்ஸ் ஆகிய கனிமப்படிவுத் திரட்சிகள் உண்டாகின்றன.

அதற்கும் சற்றுத் தொலைவில் வெப்பம் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும் பகுதியில் புள்ளிகளை உடைய ஹார்ன்பெல்ஸ் உண்டாகிறது. இப்புள்ளிகள் கரிமச் சத்துகளாலான கரும்புள்ளிகளாகும். இப்புள்ளிகளில் புதிதாக உண்டாகும் ஆண்ட்லூசைட் படிகங்களின் கருக்கள் உள்ளன. இப்புள்ளிகளைச் சூழ்ந்துள்ள காரைப்பிணைப்புப் போன்ற பாறைப் பகுதியில் அபிரகம், குவார்ட்ஸ் ஆகிய கனிமங்களின் படிகங்கள் மிகுதியாக உண்டாகியுள்ளன.

கிரேனைட் உந்தலுக்கு மிகத் தொலைவில் வெப்பம் மிகக் குறைந்து காணப்படுகிறது. அப்பகுதியில் தொடுகை உருமாற்றம் மிகச் சிறிதளவிலேயே ஏற்படுகிறது. அங்குப் புள்ளிகளுடைய பலகைப்பாறை உண்டாகிறது. கரும்புள்ளிகள் கரிமச்சத்தின் திரட்சிகளாயிருப்பினும் பாறையின் பெரும்பகுதி மிகுதியாக மாறுபடுவதில்லை.

ஒரு குறிப்பிட்ட பாறையில் அதன் மூல வேதிச் சேர்க்கையைப் பொறுத்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பமும் அழுத்தமும் இருக்கும்போது குறிப்பிட்ட சில கனிமங்களே உண்டாகக்கூடும். மஸ்கோலைட், குவார்ட்ஸ், அவ்வப்போது கார பெல்ஸ்பார் ஆகியவற்றைக் கொண்ட அடித்திரட்சியில் பயோடைட், குளோரைட், சிறிது கார்னெட் ஆகியவை உள்ளடங்கிய ஒரு மூலப்பாறையான பில்லைட் அல்லது மெல்லிய அபிரகத் தட்டு ஒன்றில் தொடுகைப்பாறை மாற்றம் ஏற்படும்போது ஆண்டலூசைட், கார்டியரைட், கார.்.பெல்ஸ்பார் ஆகியவை உண்டாவதையும் மங்கோலைட், குளோரைட், கார்னெட், குவார்ட்ஸ் ஆகியவை முற்றிலும் அழிக்கப்படுவதையும் கண்டுள்ளனர். பயோடைட் மாறுபடுவதில்லை அல்லது மீண்டும் படிக உருமாற்றம் பெறுகிறது. ஆண்டலூசைட்டும், ஆர்த்தோகிளேசும் கீழ்க்காணுமாறு உண்டாகின்றன.

$$H_2K\,AI_3\,(SiO_4)_3 + SiO_2 \rightleftharpoons AI_2\,SiO_5 + KAI\,Si_3O_4 + H_2$$

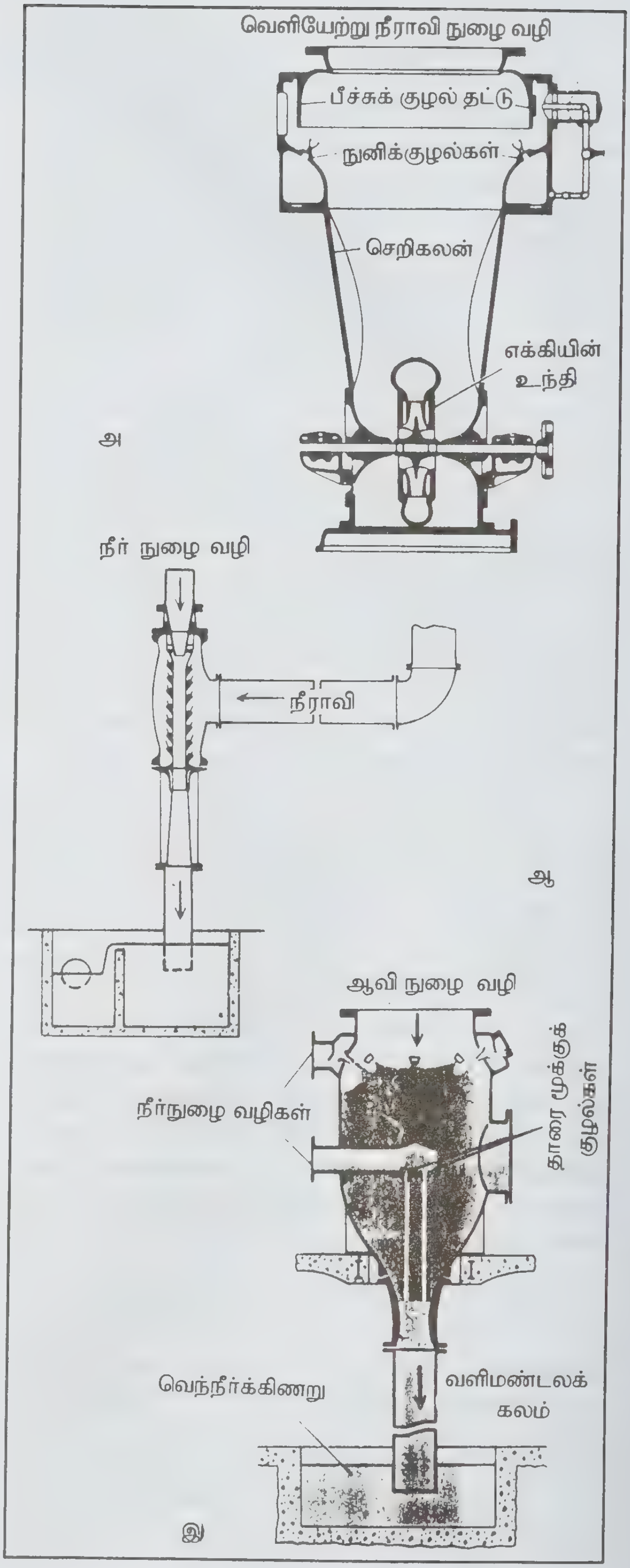
மங்கோலைட் குவார்ட்ஸ் ஆண்டலூசைட் ஆர்த்தோகிளேஸ் இத்தகைய தொடுகைப் பாறை மாற்றம் 400 வளியழுத்தம், 1000°-1200°C வெப்பம், ஏறத்தாழ 1 ச. செ.மீட்டருக்கு 1660 கி.கி. நிலை அழுத்தம் உள்ளபோது ஏற்படுகிறது.

- ம.ச.ஆனந்த்

துணைநூல். A.V.Miloviky, *Mineralogy and Petrography*, Mir Publishers, Moscow. 1982.

தொடுகைச் செறிகலன்

குளிர்விக்கும் பாய்மத்துடன் ஆவி நேரடியாகக் கலந்து தன் உள்ளுறை வெப்பத்தை நீர்மத்திற்குத் தரும் அமைப்பு, தொடுகைச் செறிகலன் (contact condenser) எனப்படுகிறது. இதில் பெரும்பாலும் நீர் குளிர்விக்கும் பாய்மமாகவும், நீராவி செறிக்கும் ஆவியாகவும் பயன்படுகின்றன. இது தாரை வகைச் செறிகலன் (jet condenser), வெளியேற்று வகைச் செறிகலன் (ejector condenser), வளிமண்டல அழுத்த வகைச் செறிகலன் (barometric condenser) என மூவகைப்படுகிறது. இம்மூன்று வகைகளிலும் நீராவியும் குளிர்விக்கும் நீரும் செறியச் செய்யும் அறைக்குள் ஒன்றோடொன்று கலக்கின்றன. ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து வெப்பத்தைப் பரிமாற்றிக்கொள்ளும்.



படம் (அ) தாழ் மட்டத் தாரை வகைச் செறிகலன்

(ஆ) ஒற்றைத் தாரை வெளியேற்று வகைச் செறிகலன்

(இ) தாரை வளி மண்டல வகைச் செறிகலன்

-உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

தொடுகைச் செறிப்பி

இது நீர்மமாக்கப்பட வேண்டிய ஆவியும், குளிர்விக்கும் நீர்மமும் கலக்கப்பட்ட ஒன்றோடொன்று நேரடியாகத் தொட்டுக் கொள்ளும் செறிப்பி அமைப்பாகும்.

வெற்றிட ஆவியாக்கல் எனும் செயல்முறையில் ஆவியாக்கப்படும் பொருளை (நீர்மத்தை) மீண்டும் நீர்மமாகக் குறுக்குவதற்குச் செறிப்பி எனும் கருவி பயனாகிறது. புறப்பரப்புச் செறிப்பியில் நீர்மமாக்கப்பட வேண்டிய ஆவியும் குளிர்விக்கப் பயனாகும் நீர்மமும் ஓர் உலோகச் சுவரால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். தொடுகைச் செறிப்பியில் (contact condenser) இரு நிலைமைகளும் நுண்மையாகக் கலந்திருக்கும்.

தொடுகைச் செறிப்பிகளில் உட்பிரிவுகள் உள்ளன. இவ்வகையீடுகளுக்கான அடிப்படைகளை மூன்று வகைகளில் நிறுவலாம்.

இணையோட்டம் (parallel current)	ஈரமான	வளிமண்டல அழுத்தம்
எதிரோட்டம் (count current)	உலர்ந்த	குறையழுத்தம்

இணையோட்டச் செறிப்பியில் நீர்மமாகாத வளிமங்கள் அமைப்பிலிருந்து வெளிவரும் குளிர்விப்பி நீரின் வெப்பநிலையைக் கொண்டிருக்கின்றன. எதிரோட்டச் செறிப்பியில் நீர்மமாகாத வளிமங்கள் அமைப்பில் நுழையும் நீரின் வெப்பநிலையைக் கொண்டு வெளியேறுகின்றன. ஈரவகைச் செறிப்பியில் வளிமங்களும் குளிர்தரும் ஒரே இறைப்பியினால் அகற்றப்படுகின்றன. உலர்வகைச் செறிப்பியில் அவை தனித்தனி இறைப்பிகளால் அகற்றப்படுகின்றன. வளியழுத்தச் செறிப்பியில் நீர் புவியீர்ப்பிலேயே விழ வைக்கப்படுகிறது. குறையழுத்தச் செறிப்பியில் நீர் இறைப்பியால் அகற்றப்படுகிறது. இவ்வகையீடுகள் நன்கு ஒருங்கிணைந்தவை; எடுத்துக்காட்டாக, இணையோட்ட, ஈரமான குறையழுத்தச் செறிப்பி என்பது ஏற்புடைய எட்டு வகைகளுள் ஒன்றாகும். அறிமுறை அடிப்படையில் இவ்வகையீடு புறப்பரப்பு வகைச் செறிப்பிக்கும் பொருந்தும். எனினும், நடைமுறையில் இணையோட்டச் செறிப்பி பொதுவாக ஈர வகையாகவும், எதிரோட்டச் செறிப்பி உலர் வகையாகவுமே இருக்கும்.

செறிப்பியின் அடிப்பகுதியிலிருந்து ஆவி புகுத்தப்பட்டு, சரிந்தோடி வரும் நீருடன் கலந்து குளிர்விக்கப்படுகிறது. நீர்மமாகாத எஞ்சிய வளிமங்கள் செறிப்பியில் நுழையும் நீரின் வெப்பநிலையில் நீராவியால் நிறையுற்ற நிலையில் இறைப்பியை நோக்கிச் செல்லும். தட்டுகளும், தடை அமைப்புகளும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஆவிக் கிணற்றுக்கு 34 அடி உயரத்தில் செறிப்பியை நிறுவினால், அதற்கு வளியழுத்த வகை என்றும் கீழ் மட்டத்திலேயே அமைக்கப்பட்டு, அதனடியில் ஒரு நீர் இறைப்பி இணைக்கப்பட்டிருப்பின் அதற்குக் குறையழுத்த இறைப்பி என்றும் பெயர்.

இணையோட்ட ஈரநிலைச் செறிப்பியின் அமைப்பு படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. நீர்மமாக்கப்பட வேண்டிய ஆவி செறிப்பியின் மேலிருந்து நுழைகிறது. சிறு துளைகள் வழியே வெளிவரும் உயர்வேக நீர் தாரைகளுடன் கலக்கிறது. செறிப்பியின் கழுத்துப் பகுதி குறுகலாக அமைக்கப்படுவதால், போதுமான அளவு நீரைப் பயன்படுத்தி, இப்பகுதியில் நீர்ம ஓட்ட விரைவைக் கூடுதலாக்கலாம். இதனால் நிலையழுத்தம் குறைந்து நீரும், நீர்மமாகாத வளிமங்களும் ஒன்றாக வெளியேறுகின்றன.

எதிரோட்டச் செறிப்பியுடன் ஒப்பிடுகையில் இணையோட்ட வகைச் செறிப்பிகள் பெரும்பாலும் பயன்படுவதில்லை. அவற்றின் நீர்த் தேவை மிகவும் கூடுதலாக உள்ளமையே இதற்குக் காரணமாகும். இவையிரண்டுக்கும் இடையே தேர்வு செய்வதற்கு அடிப்படை, வெளியேறும் ஆவியுடன் தொடுகையிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலையாகும். எதிரோட்ட அமைப்பில் இது உள்ளே நுழையும் நீராகும்; இணையோட்ட அமைப்பில் வெளிவரும் நீராகும்; அதாவது, முன்னதில் குளிர்ந்த நீராகவும், பின்னதில் சுடுநீராகவும் இருக்கும்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். Walter L. Badger and Julius T. Banchero, *Introduction to Chemical Engineering*, 29th Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1987.

தொடுகைத் திருத்தி

ஓர் உலோகம் ஒரு குறை கடத்தியுடன் பிணைத்து வைக்கப்படும்போது அச்சந்திப்புப் பகுதியில் ஏற்படும் தடுப்பைப் பயன்படுத்திச் செயல்படும் உலோக குறை கடத்தித் திருத்தியே, தொடுகைத் திருத்தி (contact rectifier) ஆகும். உலர்ந்த தகட்டுத் திருத்தி அல்லது கனிமத் திருத்தி எனப்படும் தாமிர ஆக்சைடு மற்றும் செலீனிய திருத்திகள் பொதுவாக இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. புள்ளித் தொடுகைத் திருத்திகளை இருமுனையக் குறை கடத்தி என்பர். இவ்வகைத் திருத்திகளில் பீறிட்டுப் பாய்ச்சிப் பதியவைக்கும் முறை மற்றும் முலாம் பூசும் முறைகளின் மூலம் தொடுகைச் சந்திப்புகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கனிமக் குறைகடத்தி வகையைவிடக் குறைகடத்திச் சந்திப்பு வகையே மிகுதியும் திருத்திகளாகப் பயன்படும்.

- பொ. இராஜாமணி

தொடுகை மின்னழுத்த வேறுபாடு

மின்னியலாக இணைக்கப்பட்ட இரண்டு உலோகங்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் காணப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு, தொடுகை மின்னழுத்த வேறுபாடு (contact potential difference) ஆகும். இரு குறைகடத்திகளின் சந்தியின் பேரளவு பகுதிகளுக்கு இடையே காணப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடும், தொடுகை மின்னழுத்த வேறுபாடேயாகும். வோல்டா என்பார், இரு வெவ்வேறு உலோகத் துண்டுகளுக்கு இடையே தொடர்பு உண்டாக்கினால், அவை எதிர் மின்னூட்டங்களைப் பெற்று ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உண்டாக்கும் என்பதைக் கண்டறிந்தார்.

தொடுகை மின்னழுத்த வேறுபாடு உலோகங்களின் சிறப்பியல்பைப் பொறுத்து அமையும். இரும்பு, செம்பு முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தினால் செம்பைவிட இரும்பு 0.15V மின்னழுத்தம் மிகுதியாகப் பெற்றிருக்கும். வெள்ளீயம், இரும்பு இவற்றைப் பயன்படுத்தினால், இரும்பைவிட வெள்ளீயம் 0.31V மின்னழுத்தம் மிகுதியாகப் பெற்றிருக்கும். இதுபோலத் துத்தநாகம், காரீயம், வெள்ளீயம், இரும்பு, செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் போன்ற பல உலோகங்களின் வரிசையை வோல்டா வெளியிட்டார்.

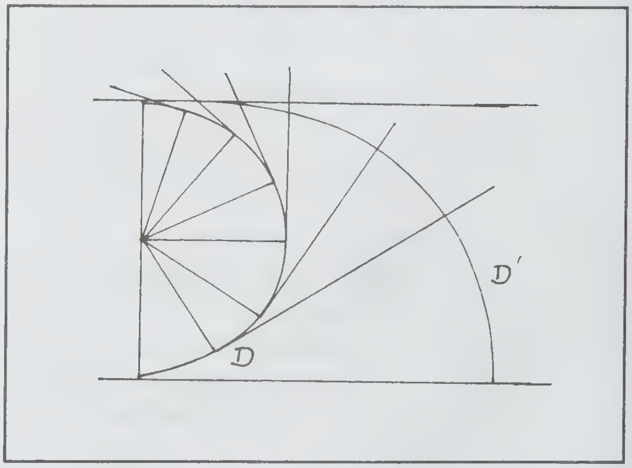
இத்தொடரிலுள்ள இரண்டு உலோகங்களுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு, இரண்டு உலோகங்களுக்கு இடைப்பட்ட உலோகங்களின் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் கூடுதலுக்குச் சமம். இது வோல்டாவின் விதியாகும். எ-டு: வெள்ளீயம், செம்பு ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் (0.31V), இரும்பு, செம்பு ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் (0.15V) கூட்டி, .46V ஆகப் பெறலாம்.

தொடுகை மின்னழுத்த வேறுபாடு உலோகங்களின் ஃபெர்மி மட்டங்களைப் பொறுத்து அமையும். இரண்டு உலோகங்கள் தொடும்போது, அவற்றின் ஃபெர்மி மட்டங்கள் சமமாகும்வரை எலெக்ட்ரான் பாய்வு நடைபெறும். இதனால் மின்னழுத்த வேறுபாடு உண்டாகும். தொடுகை மின்னழுத்தத்தின் அளவு $(\varphi_1 , \varphi_2)/e$ என்பதற்குச் சமமாகும். இதில் φ_1 , φ_1 ஆகியவை பணிச் சார்புகள் (work functions); $e = 1.6 \times 10^{-19}$ கூலும்.

- இரா. இந்து

தொடுகோட்டு வரை

ஆர்க்கிமிடிசின் சுருளில் தொடுகோட்டு வரை என்பது ஒரு வகையாகும். வட்ட மையத்தை அடுத்த உள்வட்டத்தின் மீது உள்வளை கோட்டமுறும் வட்டவளைவாகும். ஒரு வட்டத்தின் தொடுகோட்டு வரையின் பண்புகளைப் ஃபிரான்ஸ் அறிஞர் லா ஹைர் என்பாரும், கிளாரியட் என்பாரும் கண்டறிந்தனர். இதன் இயல்சமன்பாட்டின் இயக்கவியல் விளக்கத்தினை ஏ.மான்ஹெய்ம் என்பார் 1859இல் வெளியிட்டார்.



D என்னும் வளைவரையின் தொடுகோட்டு வரை D' எனில், அதனைக் கீழ்காணுமாறு பெறலாம். D' என்பது D என்னும் வளைவரையின் அனைத்துத் தொடுகோடுகளையும் செங்குத்தாக வெட்டுமாயின் D', D - இன் தொடுகோட்டு வரையாகும். ஒவ்வொரு வளைவரைக்கும் எண்ணிலடங்காத் தொடுகோட்டு வரைகள் உண்டு. ஒவ்வொரு தொடுகோட்டு வரை மீதுள்ள ஒத்த புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு மாறிலியாகும்.

$y_j = y_j(s)$ j = 1, 2, 3 என்பது வளைவரை D இன் துணையலகு சமன்பாடு எனலாம். இங்கு S வளைவரையின் நீளம், இது ஒரு துணை அலகாகும். Dஇன் தொடுகோட்டு வரைகளின் சமன்பாடு

$$y_j = y_j(s) + (-s)\, y_j'(s) \text{ ஆகும்.}$$

$$y_j = \frac{dy_j(s)}{ds},\ j = 1, 2, 3$$

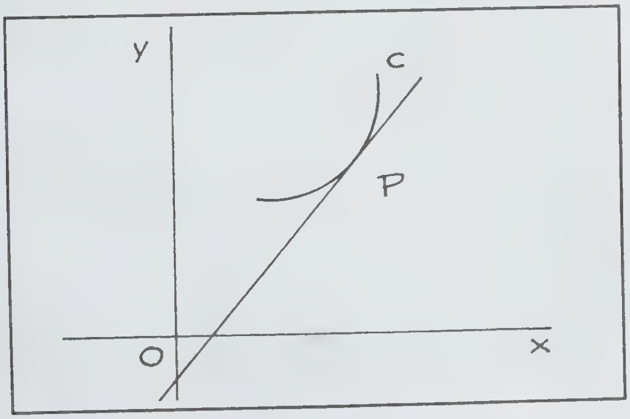
λ - ஏதேனுமொரு மாறிலி

ஒரு வளைவரை Dஇன் நீளமுடைய ஓர் இறுக்கமான கயிற்றை எடுத்துக் கொள்ளலாம். வளைவரையின் ஒரு முனையையும், கயிற்றின் ஒரு முனையையும் பிடித்துக் கொண்டு, கயிற்றின் மறுமுனையை விட்டுவிடாமல், அதன் இறுக்கத்துடன் மறுமுனை ஒரு வளைவரையினை உண்டாக்கும். இவ்வளைவரையே Dஇன் தொடுகோட்டு வரை D' ஆகும். கயிற்றின் நீளத்தை மாற்றி வேறு வேறு தொடுகோட்டு வரையினைப் பெறலாம்.

- கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம்

தொடுகோடு

வடிவக்கணிதத்தில், ஒரு வளைவரையை ஒரே ஒரு புள்ளியில் தொடும் நேர்கோடு வளை வரையின் தொடுகோடு (tangent) என வரையறுக்கப்படும். ஒரு வளை வரையின்மேல், அருகருகே அமைந்துள்ள p, p^1 என்னும் புள்ளிகளைச் சேர்க்கும் வளைவரையின் வெட்டுக்கோடு (segment line) pp^1 ஆகும். p^1, p ஐ நெருங்கும்போது, இவ்வெட்டுக்கோடு எல்லை நிலையை (limiting position) அடைந்து, வளைவரைக்கு p இன் மேல் அமையும் தொடுகோடாக மாறும். வளைவரையின் சாய்வு விகிதமும், p வழியே செல்லும் தொடுகோட்டின் சாய்வு விகிதமும் ஒன்றாகும்.



செவ்வக ஆயங்களில் (rectangular coordinates) $y = f(x)$ 2) $x = f_1(t)$; $y = f_2(t)$; 3) $F(x,y) = 0$ என மூன்று வகைகளில் ஒரு தளவரையின் (plane curve) சமன்பாடுகள் உள்ளன. இச்சமன்பாடுகளிலிருந்து தொடுகோட்டிற்கும் x அச்சுக்கும் இடையே உள்ள கோணம் θ ஆகக் கொண்டால்

tan θ இன் மதிப்பு 1) y^1; 2) $\frac{f2^1}{f1^1}$ 3) $-\frac{F_x}{F_y}$ எனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. மேலே குறிப்பிட்ட சமன்பாடுகளில் வளைவரையின் மேல் உள்ள புள்ளி (x_0, y_0) வழியே செல்லும் தொடுகோட்டின் சமன்பாடுகள்

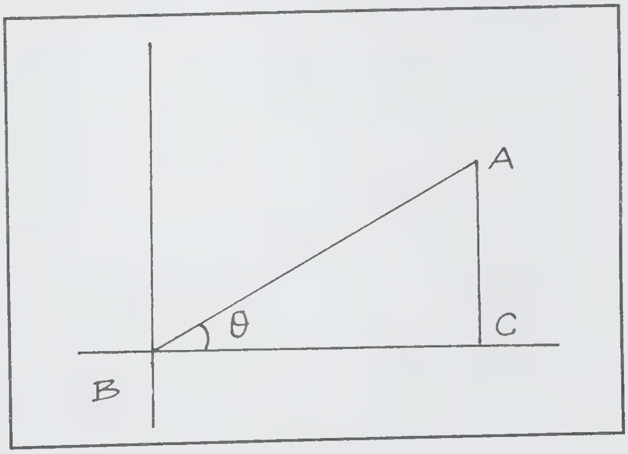
1) $y - y_0 = f^1(x_0)(x - x_0)$

2) $(y - y_0)\, f_1^{\,1}(t) = (x - x_0)\, f_2^{\,1}(t)$

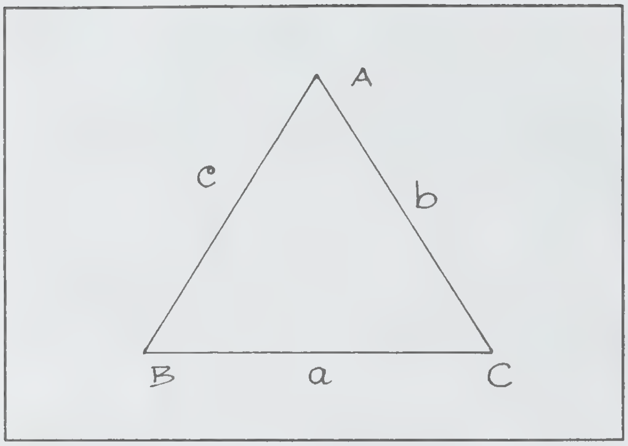
3) $(x - x_0)\, F_x + (y - y_0)\, F_y = 0$

ஆகும். இங்கு வகைக் கெழுக்கள் புள்ளி (x_0, y_0) இல் மதிப்பிடப்பட வேண்டும்.

கோணக் கணிதத்தில் பயன்படும் முக்கியமான மூன்று சார்புகளில் ஒன்று, கோணக் கணிதத் தகவு (tangent) எனப்படும். ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தில் குத்துவரைக்கும் கிடைவரைக்கும் உள்ள விகிதமும், குத்துவரைக்கு எதிரே உள்ள கோணத்தில் கோணக் கணிதத் தகவு ஆகும்.



படத்தில் $\tan \phi = \frac{Ac}{BC}$ என்பதாகும். மேலும் பொதுவான முக்கோணம் ஒன்றின் ஏதேனும் இரண்டு பக்கங்களுக்கும், இவற்றிற்கு எதிராக உள்ள கோணங்களின் கூடுதல், வேறுபாடு ஆகியவற்றிற்கும் உள்ள தொடர்பினைக் குறிக்கும் வாய்பாடு கோணக் கணிதத் தகவு விதி (tangent law) என்பதாகும்.



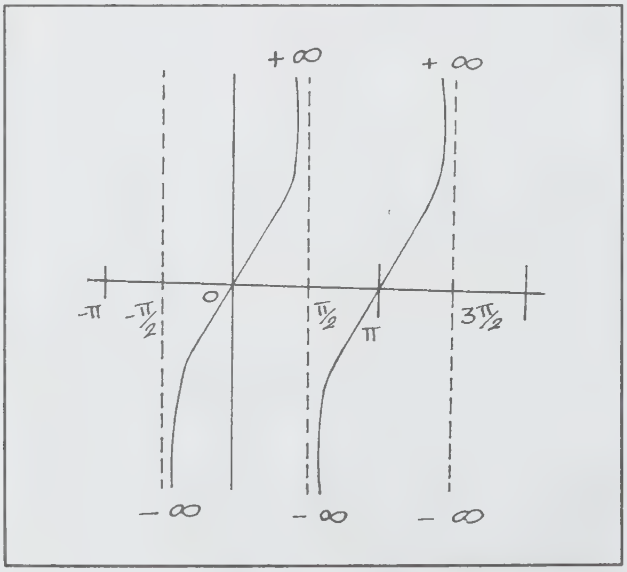
அதாவது Δ ABC

$$\frac{a-b}{a+b}=\frac{\tan\frac{A-B}{2}}{\tan\frac{A+B}{2}}$$

$$\frac{b-c}{b+c}=\frac{\tan\frac{B-C}{2}}{\tan\frac{B+C}{2}}\quad;\quad\frac{c-a}{c+a}=\frac{\tan\frac{C-A}{2}}{\tan\frac{C+A}{2}}$$

tanφ மதிப்பு $-\infty$ முதல் $+\infty$ வரை மாறுவதை வரைபடம் மூலம் அறியலாம்.

$\pi,\ -\pi,\ \frac{\pi}{2},\ \frac{3\pi}{2},\ +\infty,\ +\infty\ -\infty,\ -\infty$



- பங்கஜம் கணேசன்

தொடு தோலழற்சி

சில பொருள்களுடன் நேரடியாகத் தொடுதல், உறிஞ்சுதல், உள் மூச்சிழுத்தல் போன்றவற்றால் தொடர்பு கொள்ளும்போது ஏற்படும் தோல் அழற்சியைத் தொடு தோலழற்சி என்பர். நீர்மங்கள், தூசி, ஆவி, வளிமங்கள் போன்றவை இந்நிலையை உண்டாக்கலாம்.

நேரடி உறுத்தல் மூலமும், கூருணர்வு மூலமும் வேதிப் பொருள்கள் தோலைத் தாக்கக்கூடும். தேவைப்படும் நேரத்திற்குப் போதிய அளவு தடவப்படும் சில வேதிப் பொருள்கள், நேரடி உறுத்தலாக அழற்சியை உண்டாக்குகின்றன. சில உறுத்தல் பொருள்கள், தோலிலுள்ள ஒரு பொருளுடன் சேர்ந்து தோலழற்சியை உண்டாக்குகின்றன. கரைப்பான்கள், தோலின் கொழுப்புப் பொருள்களுடன் சேர்ந்து அழற்சியை உண்டாக்குகின்றன. சில வேதிப் பொருள்கள் புரதங்களுடனும், சில நீருடனும் கலக்கின்றன. இதனால் வேதிப் புண் உண்டாகிறது.

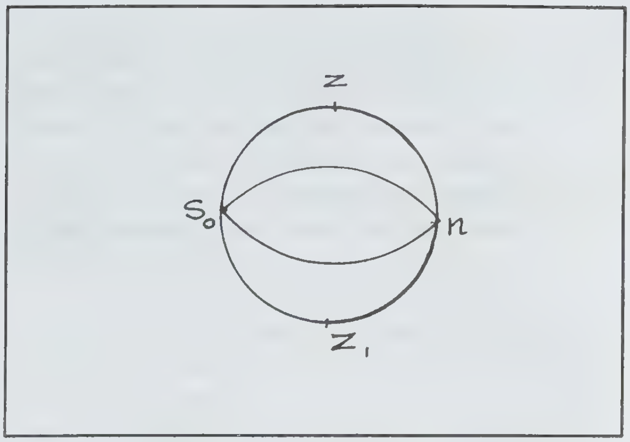
கூருணர்வு ஊக்குவிப்பி (sensitiser) ஒரு வேதிப் பொருளாகும். இது தோலின் மீது முதல் முறையாகத் தடவப்படும்போது அழற்சியை உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால் அடுத்த முறை, அதே மருந்தால் தோலின் மீது தோலழற்சி உண்டாகிறது. ஃபார்மால்டிஹைடு, ஃபீனால்கள், பல கரிமப் பாதரசப் பொருள்கள் ஆகியன நேரடி உறுத்தியாகவும், கூருணர்வு ஊக்கியாகவும் செயல் படுகின்றன. இத்தகைய பொருளின் ஆவியை உள்ளிழுத்தாலும் தோலழற்சி உண்டாகிறது. அக்ரிஃபிளேவின், மெப்பாகிரைன், டையமின், கிரைசோடின், பெட்ரோல், டிரைநைட்ரோ டொலுயீன், மணப் பொருள்கள் போன்ற கூருணர்வு ஊக்குவிப்பிகளால் ஆஸ்த்துமாவும் உண்டாகலாம்.

அசெட்டைல் குளோரைடு, பென்சைல் குளோரைடு, மெத்தில் புரோமைடு, ஃபீனால், பாஸ்ஃபரஸ், ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு போன்ற வேதிச் சேர்மங்கள் கடுமையான தீக்காயங்களையும் தோலில் கொப்புளங்களையும் உண்டாக்குகின்றன. மயிர்க் கால், செபச் சுரப்பி, வியர்வைச் சுரப்பி ஆகியவையும் சிலபோது, சில வேதிப் பொருள்களால் தாக்கப்பட்டு அழற்சி அடைகின்றன. காரணியைக் கண்டுபிடித்து தக்க சிகிச்சைப் பெறவேண்டும். அதைத் தவிர்ப்பதே மருத்துவமாகும்.

- மு.கி. பழனியப்பன்

தொடுவானம்

வானியலில், உச்சி வட்டத்தின் (meridian) உச்சிப்புள்ளிகளைச் (z, z^1) சேர்க்கும் கோட்டிற்குக்

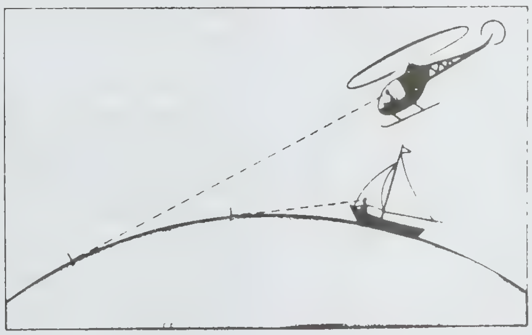


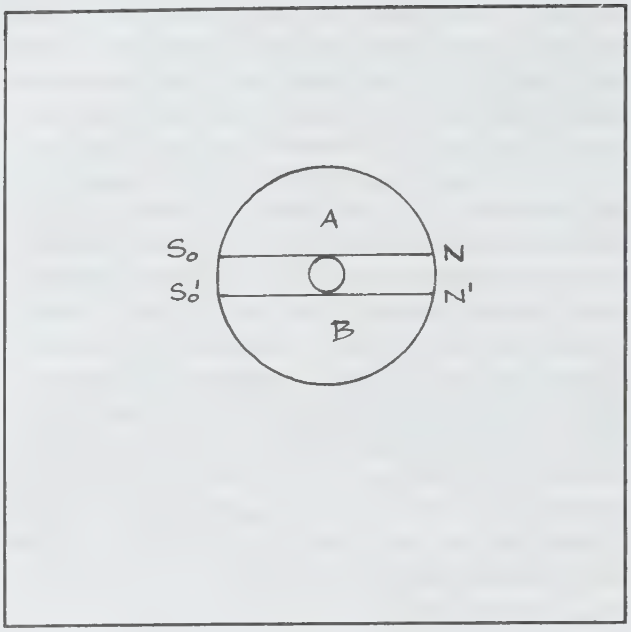
படம் - 1.

குத்தாகவும், இப்புள்ளிகளைத் துருவங்களாகவும் (poles) கொண்டு அமையும் பெருவட்டம் அடிவானம் அல்லது தொடுவானம் (celestial horizon) எனப்படும். இது துருவப்புள்ளிகளிலிருந்து 90^0 தொலைவில் அமையும். உச்சிவட்டமும் தொடுவானமும் வெட்டிக்கொள்ளும் புள்ளிகள் வட, தென் புள்ளிகள் (north, south points n, so) என்பனவாகும். தொடுவானத்தளம், வானக்கோளம், புவிக்கோளம் ஆகியவற்றின் மையம் வழியே செல்லும் (இங்கு வானக் கோளம், புவிக்கோளம் இரண்டின் மையமும் ஒன்றேயாகும்).

கடற்கரையிலிருந்து ஒரு பார்வையாளர் எவ்வளவு தொலைவு பார்க்க முடியுமோ அவ்வளவு தொலைவில், வானமும் புவியும் ஒரு பெரிய வட்டத்தில் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பனபோலத் தோன்றும் இடம் தொடுவானம் எனப்படும். இது ஒரு கற்பனை வட்டமாகும். கடலிலிருந்தோ, கடற்கரையிலிருந்தோ காண்பவர்களுக்குத் தெளிவாகத் தெரியும் தொடுவானம், நகரங்களிலிருந்தோ, நிலமட்டத்தலிருந்தோ காண்பவர்களுக்குத் தெரியாது. கட்டடங்கள், மரங்கள், மலைகள் போன்ற உயர்ந்த இடங்கள் தொடுவானத்தை மறைக்கின்றன. கடற்கரையிலிருந்து பார்க்கும் ஒரு பார்வையாளரைவிட, கடலில் செல்லும் கப்பல் பயணிகளுக்குச் சற்றுக் கூடுதலான தொலைவில் தொடு வானம் தெரியும். இவர்களைவிட, வானூர்திகளில் பயணம் செய்பவர்களுக்கு மேலும் கூடுதலாகத் தெரியும். கடற்கரையிலிருந்து காண்பவர் களுக்குத் தொடுவானம் 4 கி.மீ. தொலைவிலும், வானூர்தியிலிருந்து காண்பவர்களுக்கு 158 கி.மீ. தொலைவிலும் தெரியும் எனத் தோராயமாகக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. கீழ்த்திசையில் காலையில் சூரியன் தொடுவானத்திற்கு மேல் தோன்றுவதைச் சூரியன் எழுகிறது என்றும், மேல் திசையில் மாலையில் சூரியன் தொடுவானத்திற்குக் கீழே செல்வதைச் சூரியன் மறைகிறது. என்றும் கூறுவது இயல்பு.

வானக் கோளத்திற்கும் புவிக்கும் பொது மையப்புள்ளி o ஆகவும் o வழியாகச் செல்லும் புவிக்கோளத்தின் விட்டமுனைகள் A , B ஆகவும் உள்ளன. NS_o, N^1So^1 ஆகியவை, புவிக்கோளத்திற்கு A, B இல் வரையப்படும் தொடுதளங்களாகும். புவிப்பரப்பான A இல் உள்ளவர்களுக்கு NS^o வட்டத்திற்கு மேலுள்ள விண்பொருள்களை மட்டுமே காண முடியும். அதேபோல N^1So^1 ஊட்டத்திற்குக் கீழே உள்ள விண்பொருள்கள் மட்டும் B இடத்தில் உள்ளவர்களுக்குத் தெரியும். புவியின் விட்ட அளவு வானக்கோள விட்ட அளவுடன் ஒப்பிடும்போது மிகமிகச்

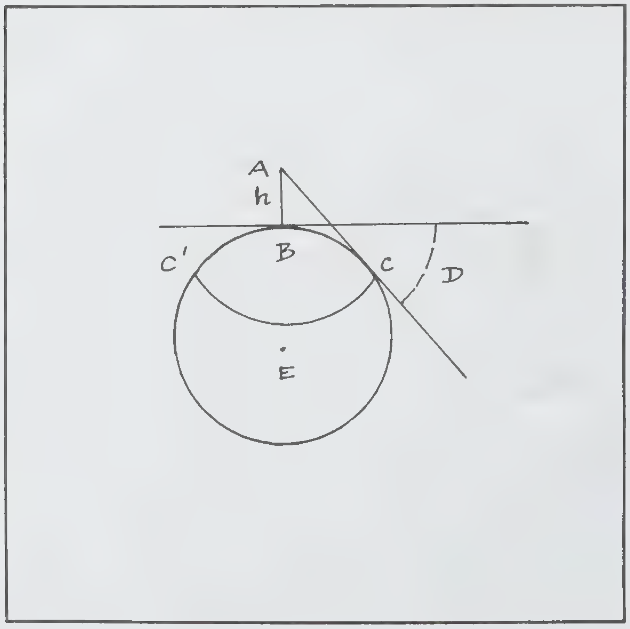




படம் - 3

சிறியதாகையால் NS° உம் N'So¹ உம் ஒன்றிப் படிந்து பொதுவாக வட்டம் NS_o, A இன் தொடுவானம் எனப்படும். எனவே புவியின் மேற்பரப்பில் வெவ்வேறு இடங்களிலுள்ளவர்களுக்கு வெவ்வேறு தொடுவானப் பகுதி தெரியும்.

தொடுவானத் தாழ்வு. புவியின் மேற்பரப்பில் இருக்கும் பார்வையாளரின் தொடுவானம் மட்ட எல்லைக்கோடு (sensible horizon) என்றும், மேற்பரப்பிலிருந்து சற்று



உயரத்திலிருக்கும் (h) பார்வையாளரின் தொடுவானம் காட்சி எல்லைக்கோடு (visible horizon) என்றும் கூறப்படும். மட்ட எல்லைக்கோட்டிற்கும் காட்சி எல்லைக்கோட்டிற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் தொடுவானத் தாழ்வு அல்லது அடிவானத் தாழ்வு (dip of the horizon) எனப்படும். h உயரத்திலிருந்து நாற்புறமும் தெரியும் தொலைவின் எல்லைக்கோடு ஒரு சிறிய வட்டம் (offing) ஆகும். புவியின் ஆரம் 'a', உயரம் 'h' இவற்றின் அடிப்படையில் தொடுவானத்

தாழ்வு $D = \sqrt{\frac{2h}{a}}$ (வட்ட அளவையில்)

$$\frac{180 \times 60 \times 60}{\pi} \sqrt{\frac{2h}{a}}$$ (நொடி அளவையில்)

எனவும், தொடுவானத் தொலைவு எனவும் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது.

- பங்கஜம் கணேசன்

தொடை

மனித உடலில் அமையும் தொடைப்பகுதி, இடுப்பிலிருந்து கீழிறிங்கிக் காணப்படுகிறது. பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரு குறங்கெலும்புகள் (femur and pelvic bone) இடுப்பெலும்புடன் பந்துக் கிண்ண மூட்டால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

வெளிப்புறத்தோல் தொடை நரம்பு (lateral cutaneous nerve), பிறப்புறுப்புத் தொடை நரம்பு (femoral branch of genito femoral nerve), இடைத்தோல் தொடை நரம்பு (intermediate cutaneous nerve of the thigh), உட்புறத்தோல் தொடை நரம்பு (medial cutaneous nerve), மூட்டுச் சில்லை அடுத்துள்ள நரம்புப் பின்னல் ஆகியவை தொடை முன் பகுதிக்கு வரும் உணர்ச்சி நரம்புகள் ஆகும்.

தொடைமுன் பகுதியின் குருதிக்குழாய்கள். நீண்ட ச∴பீனஸ் சிரை (saphenous vein) தோலின் அடியில் காணப்படும். பாதத்திலிருந்து வரும் இச்சிரை பிறப்புறுப்புச் சிரையுடன் முடிவடையும். எண்ணிறந்த கிளைகள் காணப்படினும், இது மூட்டு, கணுக்கால்களை அடுத்து அகச்சிரையுடன் அடித்தோலைத் துளைத்து இணைப்புக் கிளைகளைத் தோற்றுவிக்கும். மூன்று முக்கிய கிளைகளான புறச் சுற்றில் வளைந்த இலியாக் சிரை (superficial circumplex iliac), புறப் புடன்டல் (external pudandal), புற எபிகாஸ்டிரிக் சிரை ஆகியவை இச்சிரையில் இணைகின்றன. இச்சிரையை அடுத்துப் புற, அக நிணநீர்க் கணுக்கள் காணப்படும். நார்த் திசுவின் பந்தம் (facia lata)

இலியாக் எலும்பிலிருந்து நளக (tibial) எலும்பின் வெளிமுழி மற்றும் சர எலும்பு வரை நீண்டிருக்கும். இதில் உள்ள ச.ஃபீனஸ் துளை வழியே வரும் ச.ஃபீனஸ் சிரை, பிறப்புறுப்புச் சிரையை அடைகிறது.

இங்கு வைனல் பந்தத்தின் அடியில் தொடை தமனியும், சிரையும் நரம்பும்ஃபெமோரல் கால்வாய் வழியே, ஃபெமோரல் முக்கோணத்தை அடைந்து தொடைக்குப் பல்வேறு கிளைகளைக் கொடுக்கும்.

சாட்டோரியஸ் தசை (satorius muscle), சீப்புத் தசை (pectineus muscle), சோயாஸ் தசையின் நாண்பகுதி (Psoas tendon), இலியக்கஸ் தசை (iliacus muscle), தொடை நான்கு தலைத் தசை (quadriceps femoris muscle), தொடை நீள் தசை (rectus femorus muscle), வாஸ்டஸ் வெளித்தசை (vastus lateralis), வாஸ்டஸ் உள்தசை (vastus medialis), வாஸ்டஸ் இடைத்தசை (vastus intermedius) என்பன தொடையின் முன் பகுதியிலுள்ள தசைகளாகும். இத்தசைகள் தொடை நரம்பின் கட்டுப்பாட்டில் இருப்பதுடன் முழுங்காலை நீட்டவும் தொடைப் பகுதியை மடக்கவும் உதவுகின்றன.

தொடையின் உட்பகுதி அல்லது இடுக்கின் தசைப் பகுதியில் பெரிய அல்லது முட்டை வடிவ இடுக்கித் தடையுடன் (adductor longus, brevis and magnus) கிரேசிலிஸ் தசையும் காணப்படும். இவை அனைத்தும் ஆப்டுரோட்டார் நரம்பின் கட்டுப்பாட்டில் உள்ளன. இத்தசைகள் தொடையை ஒடுக்கவும் முழங்காலை வளைக்கவும் வெளிப்புறம் சுழற்றவும் உதவும்.

- மா.ஜெ.ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

தொடைச் சந்து வீக்கம்

தொடைப் பகுதியும் இடுப்புப்பகுதியும் சேருமிடம் தொடைச்சந்து (inguinal region) எனப்படும். உடல்கூற்றியலின்படி இவ்விடத்தில் புறத்தோல், அடித்தோல், நிணநீர்க் கணுக்கள், ச.ஃபீனஸ் சிரை சேருமிடம், குறங்குத் தமனி, குறங்குச் சிரை, குறங்கு நரம்பு ஆகியவை காணப்படும். இவ்வுறுப்புகளில் ஏற்படும் கட்டிகள், வீர்ப்புகள் ஆகியன தொடைச்சந்து வீக்கத்தை (inguinal swelling) உண்டாக்குகின்றன.

குறங்குப் (femoral) பிதுக்கம். குறங்கு உறையின் உட்பக்க வெற்றிடத்தில் தோன்றும் இப்பிதுக்கம் பெண்களிடம் மிகுந்து காணப்படும். இதன் வழியே குடல், வயிற்றுச் சீலை (omentum), நீர்க்கட்டி முதலியவை பிதுங்கிக் காணப்படும்.

தொடைச்சந்துப் பிதுக்கம். இது தொடைச்சந்து நாணுக்கு (inguinal ligament) மேல் உட்பகுதியில் காணப்படும். குறங்குப்பிதுக்கம் சில நேரங்களில் தொடைச்சந்து நாண் மேல் வீர்த்தும் காணப்படும். புற தொடைச்சந்து வளையத்தைச் (superficial inguinal ring) சிறுவிரல் கொண்டு பரிசோதிக்க, குறங்குப் பிதுக்கம் காணப்படும்.

சஃபீனஸ் சிரைவிரி பெருக்கம் (saphenavarix). காலில் உள்ள புறச்சிரை, ச.ஃபீனஸ் சிரை எனப்படும். இது குறங்குச் சிரையுடன் இணையும் இடத்தில் குழாய் போல் வீர்த்துப் பெருத்துக் காணப்படுவதுடன் கால் தொடைப் பகுதியில் விரிபெருக்க நாளங்கள் (varicose veins) காணப்படும். படுத்தால் முற்றிலும் மறையும் இவ்வீக்கத்தில் இருமும்போது மட்டும் அதிர்வு உண்டாகும். அழுத்தும்போது மென்மையாக இருக்கும். கீழே ச.ஃபீனஸ் சிரையை விரலால் தட்டும்போது வீக்கத்தில் அதிர்வு தோன்றும். காது கேள் கருவியாலும் சிரை ஓசையைக் கேட்கலாம்.

அரை நிணநீர்க் கணுக்களில் வீர்ப்பு. ச.ஃபீனஸ் சிரையை அடுத்துக் காணப்படும் இவை அகக்கணுக்கள், புறக்கணுக்கள் என, இருக்கும் இடத்தை பொறுத்துக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. கால், குதவாய்ப் பிறவி உறுப்பு, கரவிடம் (perineum) ஆகியவற்றில் உண்டாகும் தொற்றுடன் கூடிய காயம், புண் கணுக்கள் வீர்த்துக் காணப்படும்.

தொடைச்சந்துக் கால்வாய் வழியாக (inguinal canal) விந்தின் கோளங்களை அடையும் விந்து நாளம், சிரை, தமனி, நிணநீர் நாளம் இவற்றில் ஏற்படும் தீங்கற்ற கட்டிகள், விரிபெருக்கம், தொடைச்சந்து வீக்கம் இவற்றை உண்டாக்கும். கொழுப்புக்கட்டியும் வியர்வைச் சுரப்பிக் கட்டியும் முன்கோணமாகவுள்ள குறங்குத் தமனியில் உண்டாகும் தமனி விரிவு நிலையும் தமனி நாளப்புரையும், சோயாஸ் தசையின் மேல் காணப்படும் சோயாஸ் சீழ்க்கட்டியும் காசநோயில் முதுகு முள் எலும்பின் பாதிப்பால் உண்டாகும் குளிர் சீழ்க்கட்டியும் கீழிறங்கித் தொடையில் கட்டியாகக் காணப்படும். தொடையில் உள்ள இடுக்கி நீள்தசை கிழிவதால் சுருண்டு வீக்கத்தைத் தொடைச்சந்துப் பகுதியில் உண்டாகும். குருதிக் கட்டுடன் காணப்படுவதால் புறத்தோல் கருநீல நிறமாகக் காணப்படும்.

- மா.ஜெ.ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

தொண்டை

செரிமான மண்டலம், முன் குடல் பகுதி, பின் குடல் பகுதி என்பன கருவில் முதலில் தோன்றி வளர்கின்றன. குழந்தையின் வாய்ப்பகுதியும் முன்குடல் பகுதியும் வாய்த் தொண்டை என்னும் சவ்வினால் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். கருவிலேயே இந்தச் சவ்வு கிழிந்து வாய்ப்பகுதி தொண்டைப் பகுதியுடன் இணைகிறது. கருவில் முகமும், தொண்டைப்பகுதியும் இரு பக்கங்களில் உள்ள ஆறு தசை வளைவுகளும் அவற்றின் இடையிலுள்ள குழிகளிலிருந்து தோன்றுகின்றன.

முதல் வளைவிற்கும், மேலிருந்து கீழாக இருக்கும் முன்தலை மூக்குப் புடைப்பிற்கும் இடைப்பகுதியே வாய் மற்றும் மூக்குக்குழிகள் ஆகும். மேல் பகுதி மூக்காகவும் கீழ்ப்பகுதி வாயாகவும் முன்பகுதியில் அண்ணத்தால் பிரிக்கப்படாமல் பின்பகுதியில் மூக்கும் தொண்டையும் இணைந்தே உள்ளன.

உதட்டிலிருந்து உள்நாக்கு மற்றும் தொண்டை முளை (tonsil) டான்சில் அமைந்திருக்கும். தூண்கள் போன்ற தசைகள் வரையுள்ள பகுதியே வாய் ஆகும். வாயின்

உள்ளே மேல், கீழ்த்தாடையின் அரைவட்டமாக அமைந்துள்ள பல், ஈறு கொண்ட பகுதிகளில் அமைய வெளிப்பகுதி கன்னமாகவும் உதடாகவும் பிரிந்தாலும் இவையனைத்தையும் கொண்ட வாய் விரிந்து கொடுக்கும் அகன்ற பாதையாயுள்ளது. தாடையில் பின் தோன்றும் பற்களின் வேர்கள் வாயுள் உள்ளன. குழந்தைப் பருவத்தில் மேல் தாடையில் 10, கீழ்த்தாடையில் 10 ஆக 20 பற்கள் வெவ்வேறு பருவத்தில் தோன்றிப் பிறகு ஒவ்வொன்றாக விழுந்துவிடுகின்றன.

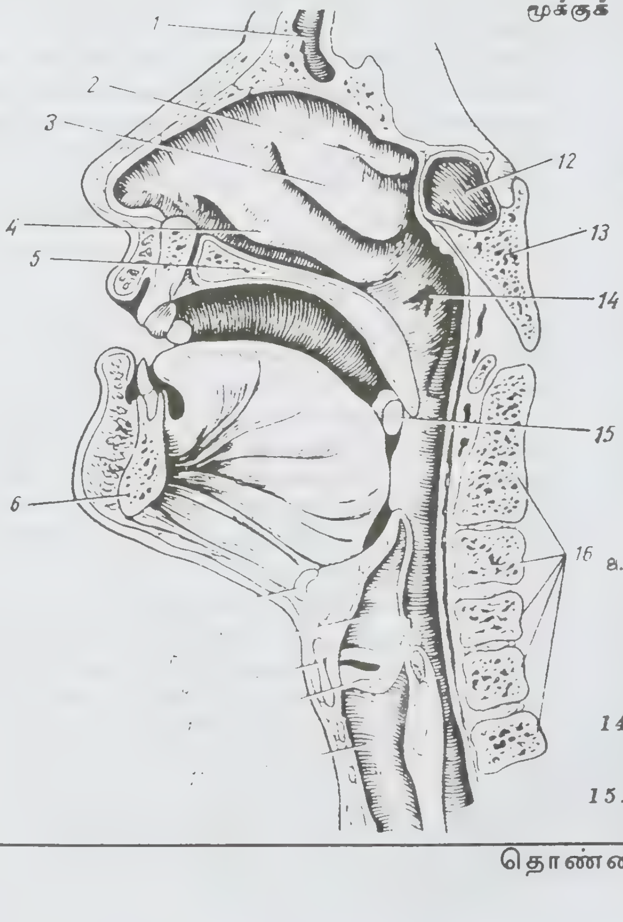
ஆறு வயதிலிருந்து பற்கள் நிலையாகத் தோன்றும். நிலையான பற்கள் மேல் தாடையில் 16, கீழ்த்தாடையில் 16 என அமைந்துள்ளன. குழந்தைப் பற்கள் வெவ்வேறு வயதில் உதிரும்போது அவ்விடத்தில் நிலையான பற்கள் தாடையின் உட்பகுதியிலிருந்து மெதுவாக வெவ்வேறு காலத்தில் வெளிவரும். தாடையின் இறுதியில் உணவை மென்று கொடுக்கப் பக்கத்திற்கு மூன்றுவிதம் இரண்டு தாடைகளிலும் அரைக்கும் பற்களாக 12 பற்கள் பெரியவர்களிடம் கூடுதலாக உள்ளன.

சுவாசப் பாதையும் உணவுப்பாதையும் ஒன்றாக இருக்கும் பகுதியே தொண்டைப் பகுதியாகும். இது கபாலத்தின் அடிப்பகுதியிலிருந்து ஆறாம் கழுத்தெலும்பு வரை வெறும் காற்றறையாக் உள்ளது. மேல்பகுதி அகன்றும் கீழ்ப்பகுதி குறுகியும் புனல் போன்றிருக்கும். முன் பக்கம் மூக்கு, வாய், குரல்வளை ஆகியவற்றுடன் தொடர்புற்றுள்ளது. கீழ்ப்பக்கம் சுருங்கிய பகுதி உணவுக்குழலுடன் இணைகிறது.

தொண்டையை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றுள், தொண்டை முன்புறம் மூக்கு அறையின் பின்பாதை, மேலே கபாலத்தின் அடிப்பகுதி, கீழே அண்ணத்தசைப் பகுதி இவற்றைக் கொண்டது மூக்குப் பகுதி. இங்கு இரு பக்கங்களிலும் தொண்டை நடுச்செவிக்குழாய் உள்ளது. முதல் கழுத்தெலும்பு, அடினாய்டு நிணச்சுரப்பி ஆகியவை பின்புற முக்கிய உறுப்புகள் ஆகும். தொண்டை, வாயின் முன்பக்கம் உயரே மேலண்ணத்தசை, கீழே குரல் வளையின் மூடி எப்பிகிளாட்டிஸ், குருத்தெலும்பு ஆகியவற்றைக் கொண்ட உறுப்பு வாய் ஆகும்.

தொண்டையில் குரல்வளையின் வாய்ப்பகுதி முன்னும், உணவுக் குழலின் வாய்ப்பகுதி பின்னுமாக இணைந்திருக்கும். குரல்வளையின் பின்பகுதியில் 4, 5, 6 கழுத்தெலும்புகள் உள்ளன. உணவுக்குழாயின் தொடக்கப் பகுதி இரு பக்கங்களிலும் பையைப் போன்று இருக்கும். உணவு வரும்போது விரிந்து அதை வாங்கி, தன் சுற்றுத் தசையின் சுருங்கு நிகழ்ச்சியால் உணவுக்குழலுக்குள் செலுத்தும்.

மூக்குக் குழிவறை, மேற்தொண்டை, குரல்வளை ஆகிய வற்றின் முன்பின் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்



1. நெற்றிப் புழை;
2. மேல் மூக்குச் சுவர் துருத்தம் (காங்கா)
3. நடு மூக்கு சுவர் துருத்தம்;
4. கீழ் மூக்கு சுவர் துருத்தம்;
5. வல்லண் ணம் (கடின);
6. கீழ்தாடை எலும்பு; 7. ஹையாய்டு எலும்பு;
8. குரல்வளை மூடி; 9. தைராய்டு குருத்தெலும்பு;
10. குரல்நாண் மடிப்பு;
11. மூச்சுக் குழல்; 12. ஆப்பெலும்புப் புழை;
13. ஆப் பெலும்பு உடற்பகுதி;
14. கேட்புக் குழலின் (யூஸ்டேசியன்) மேற் தொண்டை திறப்பு;
15. அண்ணடான்சில்; 16. கழுத்து முள்ளெலும்பு

தொண்டை

நாக்கின் அடிப்பகுதியில் இருபக்கமும், குரல் வளை மூடியின் மேல்பகுதியிலும் இரு பள்ளங்கள் உள்ளன. தொண்டைச் சவ்வுப்படலம் மூக்கு அறை, தொண்டை நடுச்செவிக் குழாய், வாய், குரல்வளை அதன் மேற்பகுதியில் செல்கள் வேறுபடும். மேல்பகுதியில் மயிர்க்கால்களும், மற்ற இடங்களில் அடுக்கடுக்கான ஸ்கோமஸ் செல்களும் இருக்கும். தொண்டையைச் சுற்றி நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் ஒரு வட்ட வளைய அமைப்பில் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து நிணநீர்க் குழாய்கள் கழுத்தைச் சுற்றித் தோலின் அடியில் வட்ட வளைய அமைப்பிலுள்ள நிணநீர் முடிச்சுகளுக்குச் செல்கின்றன. ஆனால் இவற்றிற்கு உட்செல்லும் நிணநீர்க் குழாய்கள் இல்லை.

நாக்கில் இருபக்கமும் தொண்டை உள்நாக்கு, மூக்கு தொண்டை உள்நாக்கு, தொண்டை நடுச்செவிக்குழாய் உள்நாக்கு ஆகியவை உள்ளன. தொண்டை உள்நாக்கு நீள்வட்ட வடிவில் பழம் போன்றிருக்கும். அதில் ஏறத்தாழ 15 சிறு குழிகள் இருக்கும். தொண்டை உள்நாக்கில் நீர்ச்சுரப்பிகள், திசுக்கள் ஆகியவை உள்ளன.

தொண்டையில், வட்டமான மேல் சுருங்கு தசை, நடு சுருங்கு தசை, கீழ்ச்சுருங்கு தசை என மூன்று தசைகள் உள்ளன. இத்தசைகள் விரிந்து சுருங்கும்போது உணவு தொண்டையின் வழியாக உணவுக்குழலுக்குள் அனுப்பப்படுகிறது. இம்மூன்று சுருங்கு தசைகளும் ஒன்றில் ஒன்றாக அமைப்புடையவை. மேல் சுருங்கு தசையின் அடிப்பகுதியை நடு சுருங்கு தசையும் நடு சுருங்கு தசையின் அடிப்பகுதியைக் கீழ்ச்சுருங்கு தசையும் வெளிப் பக்கமாகச் சுற்றியுள்ளன. மேல் சுற்று தசை சதுரமானது. இதன் மேல் விளிம்பிற்கும் கபாலத்தின் அடிப்பகுதிக்கும் இடையில் ஒரு நார்ப்போர்வை உள்ளது. இந்தச் சுருங்குதசையிலிருந்து அண்ணத் தொண்டையின் சுருங்குதசை எழுகிறது. நடு சுருங்கு தசை விசிறி போன்றது. இதன் மேற்பகுதி சுருண்டு தசையின் அடிப்பகுதியைச் சுற்றுகிறது. கீழ்ப்பகுதி கீழ்ச்சுருங்கு தசையின் உள்ளே செல்கிறது. ஒன்பதாம் கபால நரம்பும் மேல் குரல்வளை நரம்புப் பிரிவும் இத்தசையின் ஊடே செல்கின்றன.

கீழ்ச்சுருங்கு தசையின் மேற்பகுதியில் தைரோ - பாரிஞ்சியஸ் தசைகளும், அடிப்பகுதியில் கிரைக்கோ பாரிஞ்சியஸ் தசைகளும் காணப்படும். கிரைக்கோ - பாரிஞ்சியஸ் பிரிவு உணவு வரும்போது விரிந்து உணவுக் குழலுள் செல்ல வழிவகுக்கிறது. மேற்பகுதித் தசை நார்கள் மேலிருந்து கீழே சரிவாகச் செல்பவை, அடிப்பகுதியில் கிரைசோபாரிஞ்சியஸ் தசை நார்கள் கிடைமட்டமாகச் செல்கின்றன. இவை சந்திக்குமிடம் வலுவற்றது. மேலும் தொண்டையில் உட் பகுதியில் தொண்டையையும், அண்ணத்தையும் மற்றும் தொண்டையையும் தொண்டை நடு செவிக்குழாயின் குறுத்தெலும்பையும் இணைக்கும் தசைகள் உள்ளன.

தொண்டையைச் சுற்றிலும் கழுத்துத் தசைகளுக் கிடையே மேலிருந்து, கீழாக மார்புக்குள் இதயம் வரை தடையற்ற வெற்றிடம் உள்ளது. தொண்டையிலுள்ள டான்சில் அல்லது பற்களிலிருந்து தீவிர அழற்சி சில சமயம் இவ்வெற்றிடத்திற்குப் பரவுமேயானால், அவ்விடம் விரிக்கப்பட்டு அதன் வழியாகக் கபாலத்தின் அடிப்பகுதிக்கும் கீழே மார்புக்குள்ளும் அழற்சி பரவ வாய்ப்புண்டு.

தொண்டையில் பின்சுவருக்கும், கழுத்தெலும்புகளின் முன்பகுதிக்கும் இடையே உள்ள வெற்றிடத்தில் ஒரு நிணநீர் முடிச்சு இருக்கலாம். மூன்று அல்லது நான்கு வயதில் இது சுருங்கி மறைந்துவிடுவதுண்டு. ஓராண்டுக் குழந்தைப் பருவத்தில் நிணமுடிச்சுகளில் சீழ்த் தொற்றினால் தொண்டையின் உட்பகுதி வீங்க, விழுங்கவும் சுவாசிக்கவும் கடினமாக, உயிருக்கே கேடு உண்டாகும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தொண்டை அடைப்பான்

இது காரினிபாக்டீரியம் டிப்தீரியா (*Corynebacterium diptheriae*) எனும் பாக்டீரியாவால் ஏற்படும் மாற்று நோயாகும்.

உலகெங்கும் காணப்படும் தொண்டை அடைப்பான் நோய் (diptheria) முதன்மையாக 2 - 5 வயதுள்ள குழந்தைகளையே தாக்குகிறது. எனினும், அரிதாக வயது வந்தவர்களையும் தாக்கக்கூடும். ஆறு மாதங்களுக்குட்பட்ட குழந்தைகளிடத்தில் இந்நோய் மிக அரிதாகவே காணப்படுகிறது; ஏனெனில் தாயிடமிருந்து சேயை வந்து சேரும் தாயின் எதிர்ப்பொருள் இந்நோய் வாராமல் தடுக்கின்றன. இந்நோய் சுவாசத்தின் மூலம் ஒருவரிடமிருந்து மற்றொருவருக்குப் பரவுகிறது. தோலில் காயம் இருப்பின் அதன் மூலமும் இந்நோய் தொற்றக்கூடும்.

இந்நோயின் அடைக்காலம் (incubation period) 2 - 6 நாளாகும். பெரும்பாலும் இந்நோய் மேல் சுவாசப் பாதையையே (upper respiratory tract) பாதிக்கிறது. இந்நோயை ஏற்படுத்தும் பாக்டீரியாக்கள் வெளியிடும் புறநஞ்சே (exotoxin) பேரிடர் தரும். இந்நஞ்சு பொதுக் குருதி ஓட்டத்தில் கலந்து இதயத்தையும் புற நரம்புகளையும் (peripheral nerves) முதன்மையாகப் பாதிக்கிறது.

அறிகுறிகள். இந்நோய் திடீரெனத் தோன்றாமல் படிப்படியாகவே தோன்றுகிறது. நோயின்போது பெரும்பாலும் காய்ச்சல் சிறிதளவே இருக்கும். ஆனால் நாடித்துடிப்பு மிகுந்திருக்கும். வாயை ஆய்ந்து பார்த்தால் நாவுகளின் மீது தெளிவான விளிம்புடன் கூடிய சாம்பல் நிறச் சவ்வு படர்ந்துள்ளமையைக் காணலாம். இச்சவ்வு தொண்டைக் குழல் (pharynx), மூச்சுக்குழல் (trachea) ஆகிய உறுப்புகளிலும் காணப்படும். இது உறுதியாகவும் எளிதில் எடுக்க முடியாததாகவும் இருக்கும். சவ்வை அகற்ற முற்பட்டால் இது குருதித் தந்துகிகளைச் சேதப்படுத்திக் குருதி ஒழுக்கை ஏற்படுத்தக்கூடும். நோய் மிதமாக இருக்கும்போது இது தோன்றுவதில்லை. நிண முடிச்சுகள் (lymph nodes) பெருத்தும், கழுத்து வீங்கியும் (bulls neck) தோன்றும்.

முன் மூக்குப் பகுதியை நோய்த் தாக்கினால் பெரும்பாலும் குருதியுடன் கூடிய சளி மூக்கிலிருந்து ஒழுகக்கூடும். குரல்வளை (larynx) தாக்கப்பட்ட தொண்டை அடைப்பான் நோயின் சுவாசப்பாதை அடைக்கப்பட்டு உடன் நடவடிக்கையாக மூச்சுக்குழல் திறப்பு (tracheostomy) அறுவை மருத்துவம் செய்யாவிடில் மரணம் ஏற்படக்கூடும். உள்வாயின் பின்பக்கப் புழை தாக்கப்பட்டால் நோய்

முற்றியுள்ளமையை அறியலாம். இந்நிலையில் குருதி ஓட்டச் சுழற்சித் திறன் குன்றுவதன் காரணமாக 10 நாளுக்குள் மரணம் நேரிடக்கூடும். நோயாளி பிழைத்தால் இதயத்தின் மீதான இவ்விளைவுகள் பெரும்பாலும் மறைந்து விடுகின்றன. இந்நோயில் நரம்பு மண்டலமும் தாக்கப்பட்டு நோய்த் தோன்றிய 10 ஆம் நாளில் அன்ன பாரிசம் (palatal palsy) ஏற்படக்கூடும். 1 அல்லது 2 வாரங்களுக்குப் பிறகு கை, கால்கள் பல்நரம்பழற்சியின் (polyneuritis) காரணமாகச் சோர்வடையக்கூடும். பெரும்பாலும் நோயின் அறிகுறிகளி லிருந்தே நோய் உறுதி செய்யப்படுகிறது. ஏனெனில், தொண்டை, மூக்கு ஆகிய பகுதிகளிலிருந்து உராய்ந்து எடுத்த பொருளை நுண்ணோக்கியில் வைத்துப் பாக்டீரியாக்களைக் கண்டறிவது நிறைவளிக்கும் நோயறி முறையன்று. இந்நோய் தொண்டைக்குழலைத் தாக்கும்போது ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் எனப்படும் பாக்டீரியாவால் ஏற்படும் தொண்டை அழற்சியிலிருந்தும், வைரஸ்களால் ஏற்படும் தொண்டைக் குழல் அழற்சியிலிருந்தும் இதை வேறுபடுத்தி அறியலாம்.

மருத்துவம். நோயின் அறிகுறிகளிலிருந்து நோயை உறுதி செய்தவுடன் தாமதப்படுத்தாமல் தொண்டை அடைப்பான் எதிர் நஞ்சு மருந்தை (diptheria antitoxin) ஊசி மூலம் தசை வழியாகச் செலுத்த வேண்டும். நோய் கண்ட 48 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு இம்மருந்தைச் செலுத்தினால் பயன்பெற முடியாமல் போகலாம். ஏனெனில் இந்நஞ்சு ஒரு திசுக்களில் நிலை நிறுத்தப்பட்டபின், இந்நஞ்சை முறியடிப்பது இயலாததாகும்.

தொண்டை அடைப்பான் எதிர் நஞ்சு மருந்து, சில சமயங்களில் பெனிசிலின் ஊசி மருந்தைப் போன்று பேரிடர் நல்கும். உடனடி ஒவ்வாமை விளைவுகளையும் (anaphylactic reactions) ஏற்படுத்தக்கூடும். எனவே இம்மருந்தைச் செலுத்துமுன் சோதனை அளவு மருந்தைச் (test dose) செலுத்தி ஒவ்வாமை ஏற்படாமையைக் கண்டறிந்த பின்னர் செலுத்துவதே சிறந்தது. உடனடி ஒவ்வாமை விளைவுகள் ஏற்படும்போது 0.5 மி.கி. அட்ரினலின் மருந்தைத் தசை வழியாகச் செலுத்த வேண்டும். கார்னிபாக்டீரியம் பாக்டீரியாக்களை அழிக்க, பெனிசிலின் மருந்தைத் தசை வழியாக ஒரு வாரத்திற்கு நாள்தோறும் செலுத்த வேண்டும். பெனிசிலின் ஒவ்வாமையுடை யவர்களுக்கு எரித்ரோமைசின் மருந்தைக் கொடுக்கலாம். இந்நோயின்போது இதயத் தசை அழற்சி (myocarditis) ஏற்பட்டால் நோயாளியைப் படுக்கையில் ஓய்வுப் பெறச் செய்ய வேண்டும்.

இதயச் சுருக்கத்தடை (heart block) ஏற்பட்டால் செயற்கை இதயத் துடிப்பாக்கி (pace maker) உருவாக்கிப் பொருத்துதலும் தேவைப்படலாம். குரல்வளை அடைப்பு (laryngeal obstuction) கடுமையாக இருப்பின் மூச்சுக்குழல் திறப்பு மருத்துவம் தேவைப்படலாம்.

நோய்த் தடுப்பு. குழந்தைகளில் இந்நோய் வாராமல் தடுக்க டி.பி.டி. (DPT) எனப்படும் முத்தடுப்பு ஊசி போடப்படுகிறது.

- மு.துளசிமணி

துணைநூல். J.Macland et.al., *Davidson's Principles and Practice of Medicine*, Fifteenth Edition, ELBS, London, 1987.

தொண்டை - குரல்வளைக் கழலைகள்

புற்று நோயல்லாத கழலை, புற்று நோய்க் கழலை என இந்நோய் நிலையில் இரு வகை உண்டு. புற்று நோயல்லாத கழலை நார்த் தசையிலும், குருதிக் குழாய் நார்த்தசையிலும் தோன்றும். மிக அரிதாகக் காணப்படும் இதனை அக நோக்கியின் வழியே அகற்றிவிடலாம்.

ஸ்கோமஸ் கார்சினோமா என்னும் மிகுதியாகக் காணப்படும் புற்று நோய், பலவித வடிவங்களில் வளர்ச்சி பெற்றிருக்கும். எத்தகைய மருத்துவம் செய்தாலும் பதினைந்து சதவிகிதத்தினரே, அவர்களும் ஐந்து ஆண்டுகளே வாழ இயலும்.

அறிகுறிகள். குரல்வளை விளிம்பின் இருபக்கமும், எப்பிகிளாடிஸில் புற்றுநோய் நிலையில், விழுங்குவதற்குக் கடினமாக இருக்கும். குரல் தெளிவற்றிருக்கும். உணவை ஏற்று உணவுக் குழலுக்குள் செலுத்தும் குரல்வளைகயின் இரு பக்கத்திலும் உள்ள பள்ளத்தில் நோயிருந்தால் தொண்டையில் பிடிப்பும், விழுங்குதலில் கடினமும் ஏற்படும். கழுத்தில் நிணநீர் முடிச்சு ஏற்படும். கிரைக்காய்டு குருத்தெலும்பின் பின்பக்கம் புற்றுநோய் ஏற்படலாம். இதனால் குருதிச் சோகை, விழுங்க இயலாமை ஏற்படும்.

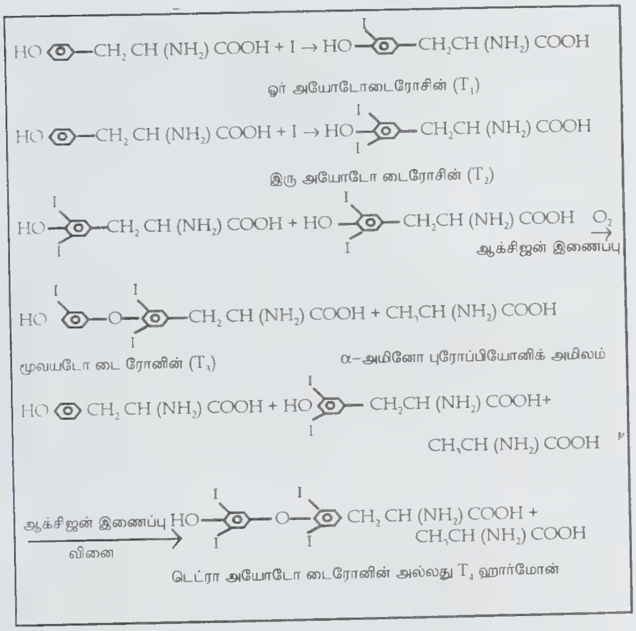
பிளம்மர் வின்சன் தொகுப்பு. மிகுதியாகப் பெண்களில் தொண்டைக் குரல்வளையின் அடிப்பகுதியில் புற்றுநோய் ஏற்படலாம். தொண்டைக் குரல்வளையின் வெளியிலும் பின்பகுதியிலும் இந்நோய் தோன்றலாம். இதனால் தொடக்கத்திலேயே விழுங்க முடியாமை, காறித் துப்பும் போது எச்சிலில் குருதித் தோற்றம் ஆகியன ஏற்படும். இதற்குக் கோபால்ட் கதிர் மருத்துவம், புற்று எதிர் ஊசி மருந்து, எக்ஸ் கதிர் மருத்துவம் ஆகியவை உதவும். அறுவை செய்தாலும் மீண்டும் புற்றுநோய் வர வாய்ப்புண்டு.

- டி.எம்.பரமேஸ்வரன்

தொண்டைக்குழி

மனிதனின் கழுத்து முன்புறத்தில் நான்கு பக்கமுடைய இரு தகடுகள் கொண்ட தைராய்டு குருத்தெலும்பு (thyroid cartilage) அமைந்துள்ளது. இதன் முன்புற ஓரங்கள் கீழ்த் தளத்தில் இணைந்திருந்தாலும் மேற்புறம் தைராய்டு பிளவால் (thyroid notch) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆண்களில் நன்கு தெரியக்கூடிய குரல்வளை அமைந்துள்ளது. பெண்களிடம் இது தெளிவாக அமைவதில்லை. ஆதலில் இதை 'ஆதாம் ஆப்பிள்'என்பர். உடலியங்கியலில் ஆதாம் ஆப்பிள் என்பது தைராய்டு சுரப்பி என்னும் நாளமில்லாச் சுரப்பியையே குறிக்கும்.

பருவமடைந்தவரிடத்தில் தைராய்டு சுரப்பியின் எடை 20-35 கிராம் இருக்கும். இது மூச்சுக்குழலுக்கும், குரல்வளைக்கும் கீழ்ப்பகுதியில் முட்டை வடிவத்தில் அமைந்த முச்சந்திச்சுரப்பியால் (isthmus) இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இச்சுரப்பி கனசதுர வடிவுள்ள மேலிழை உயிரணுக்களால் (cuboidal epithelial cells) சூழப்பட்ட கூழ்மப் பொருள் (colloids) நிறைந்த பல நுண்குழி களாலானது. தைராய்டு சுரப்பி உடலில் அயோடினைச் (அயோடைடு) சேகரித்துக் கொள்ளும் தன்மை வாய்ந்தது. அது கீழ் வருமாறு:



இவ்வாறு தயாராகும் பொருள்களில் ஓர் அயோடோ, இரண்டு அயோடோ டைரோசின்கள் செயலற்றவை. ஏனைய இரண்டும் செயல்படுபவை. இவற்றில் மூன்று அயோடோ டைரோனின் (T_3) தைராக்சினை விட (T_4) மூன்றிலிருந்து ஆறு மடங்கு செயல்படுபவை. தைராய்டு நீர்மம் புரதப் பொருள்களுடன் தைராய்டு சுரப்பியில் உள்ளது. அயோடின் என்னும் வேதிப் பொருள் செயலற்ற அயோடைடு, தைராய்டு ஹார்மோன், புரதத்துடன் கூடிய அயோடின் (protein bound iodine - PBI) என உடலில் மூன்று விதமாக இருக்கிறது.

குருதியில் புரதத்துடன் கூடிய அயோடினின் இயல்பான அளவு 100 மி. லி. குருதியில் 4 - 8 கிராம். தைராய்டு சுரப்பி குறைவாகச் செயல்புரியும் (myxoedema) நோயாளிகளில் இதன் அளவு 100 மி.லி. குருதியில் 0.2 - 2.3 கிராம். மிகையான தைராய்டு சுரப்பித்தன்மை (hyper thyroidism) நோய்க் கண்டவருக்கு PBI இன் அளவு 100 மி.லி. குருதியில் 10 - 15μ கிராமாக உயர்ந்திருக்கும்.

தைராய்டு ஹார்மோனின் செயல்கள்

பொது வளர்சிதை மாற்றம். இந்த ஹார்மோன் வளர்சிதை மா ற்றத்தை ஊக்குவிக்கும். ஆதலின் ஆக்சிஜன் ஏற்கும் அளவும் (oxygen consumption) வெப்ப வெளிப்பாடும் மிகுதியாகும்.

நரம்பு மண்டலம். தைராய்டு நீர்மத்தால் கிளர்தல் தன்மை (excitability), அமைதியற்ற நிலை (restlessness), தளர்ச்சி மனநிலை (emotional instability) போன்ற மாற்றங்கள் காணப்படும். தவளையில் இவற்றால் விரைவாக உருமாற்றம் (metamorphosis) ஏற்படுகிறது. எ-டு: தலைப்பிரட்டை விரைவில் குட்டைத் தவளையாகப் பருவமடைகிறது.

தோல். தைராய்டு நீர்மம் குறைந்தால் தோல் உலர்ந்தும், முடி உதிர்ந்தும், கொழுத்தும் (puffy appearance) காணப்படும்.

குருதி ஓட்ட மண்டலம். இந்நீர்மம் குறைவதால் நாடித்துடிப்புக் குறைகிறது. மிகுதியான நீர்மம் சுரக்கப்பட்டால் நாடித்துடிப்பும் மிகும். இதய வெளியீடும் (cardiac output) இதயச் சுருங்கல் அழுத்தமும் (systolic blood pressure) அதிகரிக்கும்.

உணவுப்பாதை. பசி மிகும். உணவுக் குழல் அசைவும், இரைப்பையில் நீர்மச் சுரப்பும் மிகுந்திருக்கும்.

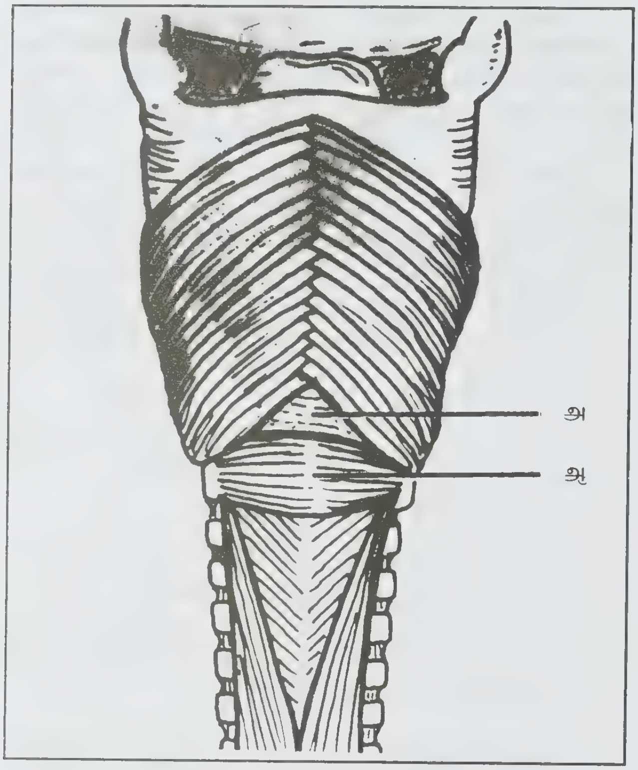
இனச்செல் உறுப்புகள் (gonads). இனச் செல் உறுப்புகள் இயல்பாகச் செயல் புரிய வேண்டுமானால் தைராய்டு சுரப்பி இயல்பு நிலையில் இருத்தல் வேண்டும். தைராய்டு சுரப்பி பழுதடைந்தால் பால் சுரக்கும் தன்மையும் தாக்கமடையலாம்.

துணைநூல். David C. Sabiston Jr. *Davis Christopher. Text book of Surgery*, Vol 2, Twelfth Edition, W.B.Saunders Company, Philadelphia, London, 1981.

தொண்டைப் பை

தொண்டையும், உணவுக்குழலும் இணையுமிடத்தில் உள்ள கீழ்ச் சுருங்குதசையில் (inferior constrictor) ஒரு மெல்லிய பகுதி உள்ளது. இங்கு, சவ்வும் மிக மெல்லிய தசையுமே உள்ளன. இதற்குக் கில்லியன் வெளி என்று பெயர். உணவு

விழுங்கும்போது தொண்டையில் அழுத்தம் மிகுந்திருந்தாலும் (சுருங்குதசை விரியாமலோ மிகுவிறைப் பாகவோ உள்ளபோது) இருமுறை விழுங்கும் பழக்கமிருந்தாலும் இந்த மெல்லிய இடைவெளி பிதுங்குகிறது. இங்குத் தோன்றும் ஒரு பையில் உணவு தங்குகிறது. இதனால் உணவுக்குழல் அமுக்கப்படுகிறது.



தொண்டைப்பை

அ. கில்லியன் சந்து
ஆ. தொண்டையில் கீழ்சுருங்குத்தசை

பை மேலும் விரிய உணவுக்குழல் மென்மேலும் அமுக்கப்படுகிறது. பை மேலும் விரிவதால் உணவுக்குழல் உள் விட்டத்திலும் பெரிய தாகிவிடுவதால் உணவு அல்லது ஆய்வு அகநோக்கி இந்தப் பக்கப்பையினுள் செல்கிறது. இந்தப்பை சிறியதாக இருக்கும்போது, தொண்டையில் ஏதோ பொருள் இருப்பது போன்ற உணர்வு இருக்கும். பெரியதாகியபின், பையில் உணவுப் பொருள் நிறைந்து வெளியேறித் தொண்டைக்குள் வாந்தியாக வரும். முதல் நாள் உணவு செரிக்காமல் வாந்தியில் வந்தால் பக்கப்பை உள்ளதா என நோக்க வேண்டும். அறுவை மருத்துவமாகப் பையை அகற்றிவிட்டுத் துளையைத் தைத்துவிட வேண்டும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தொண்டை முளை

தொண்டையின் உள்ளே இரு பக்கங்களிலும் திரை போன்றிருக்கும் முன், பின் திரைத் தூண்களின் இடையே நீள்வட்ட வடிவில் உள்ள நிணத் திசுக்கள் நிறைந்த தசையே தொண்டை முளை (tonsil) ஆகும். குழந்தையில் இது மிகச் சிறிதாக இருந்தாலும் குழந்தைப் பருவத்திலிருந்து பருவ வயது வரை பெரிதாகும். பிறகு அப்படியே இருந்தாலும், உயிரிகளின் தாக்குதலால் அவ்வப்போது பெரிதாக வாய்ப்புண்டு. 50 வயதுக்கு மேல் தொண்டை முளை சுருங்கிவிடும்.

தொண்டை முளையின் இருமுனைகளும் பெரிய முந்திரிக் கொட்டை போன்ற அமைப்புடையவை. 15 செ.மீ. அளவு உள்ள தொண்டை முளையின் நடுப்பகுதியில் 15 சிறிய குழிகள் பையைப் போன்றுள்ளன. மென்மையான நார்த் திசுக்கள், தொண்டை மேல் சுருங்கு தசையிலிருந்து தொண்டை முளையின் வெளிப்பகுதியைப் பிரிக்கின்றன.

தொண்டை முளை நாக்கின் அடிமுனை வரை செல்வதால் அங்கு அதற்கு நாக்குத் தொண்டைமுளை என்று பெயர். தொண்டை முளைக்குக் குருதியோட்டம் மிகுதியாகவுண்டு. வெளிக் கரோட்டிட் குருதிக் குழாயிலிருந்து ஐந்து பிரிவுகள் குருதி தருகின்றன. குருதி வெளியேறச் சிரைகளும் மிகுதியாக உள்ளன. நிணநீர், கழுத்தில் உள்ள தொண்டை முளை நிணமுடிச்சைச் சென்றடைகிறது.

தொண்டையின் உள்ளே வட்டமாக ஆங்காங்கே உள்ள திசுக்களான தொண்டை முளை, நாக்குத் தொண்டை முளைக் குழிகளில் நுண்ணுயிரி தங்குவதால் அங்கு உடலுக்குப் பாதுகாப்பான எதிர் அணுக்கள் தயாராகின்றன. இவற்றால் தொண்டை நுண்ணுயிரிகளுக்கு எதிர்ப்பும் அவற்றிடமிருந்து பாதுகாப்புத்திறனும் கிடைக்கின்றன. மேலும் தொண்டைக்கு இந்த நிணத் திசுக்கள் ஒரு வடிகட்டிப்போலவும் வேலை செய்கின்றன. சிறுவயதில் சிலருக்கு இவை அளவுக்குமேல் வளர்ந்திருந்தால் உணவை விழுங்குவதில் துன்பமிருக்கும். அவர்களுக்கு மேல் தொண்டையும் பெரியதாக உள்ளமையால் மூக்குவழியாகச் சுவாசிப்பதில் கடினம் இருக்கும்.

மாதம் ஒரு முறை தொண்டைமுளை அழற்சி ஏற்பட்டுக் காய்ச்சல், மூட்டுவலி வந்து குழந்தை பள்ளி செல்ல முடியாத நிலை ஏற்படுதல், தொண்டைமுளை மித அழற்சியும் கழுத்தில், நிணமுடிச்சு நெறிக்கட்டும் தோன்றல், தொண்டை முளையின் தொண்டை அடைப்பான் தொற்றுநோய்த் தோன்றுதல், தொண்டை முளையைச் சுற்றிச் சீழ்ப் பிடித்தல், தொண்டை முளையில் புற்று அல்லது புற்று அல்லாத

தசைகள் இருத்தல், குழந்தைகளுக்குக் காதில் சீழ் வடிதல், பலமுறை தொண்டை முளை அழற்சி வருவதால் சிக்கல்கள், குரல்வளை வீக்கம், மூட்டுவலி, நடுச்செவி அழற்சி, சிறுநீரக அழற்சி ஆகியவை தொண்டை முளை அறுவை செய்ய வேண்டியமைக்கான அடிப்படைக் காரணங்களாகும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தொண்டைமுளை அடினாய்டு நோய்கள்

டான்சில் அழற்சி தீவிர அழற்சியாகவும், நாட்பட்ட அழற்சியாகவும் இருக்கலாம். டான்சில் குழிகளில் உள்ள நுண்ணுயிரிகளும் தொண்டையிலுள்ள வைரஸ் நுண்ணுயிரிகளும் டான்சிலைத் தாக்குகின்றன. குழந்தை உடல் நலம் குறைந்தும், சத்துணவு, வைட்டமின் குறைந்தும் உள்ளபோது முன்பு துன்பம் தாராத இவ்வுயிரிகள் திடீரெனத் தாக்குகின்றன. குளிர்பானம், பனிக்கட்டி, பால் கலந்த குடிநீர் ஆகியவற்றின் குளிர்ச்சி, தொண்டைக் குருதி நாளங்களைச் சுருக்குவதால் நுண்ணுயிரிகள் எளிதாகத் தாக்குகின்றன. டான்சில் தீவிர அழற்சியில் தொண்டை வலி, காய்ச்சல், விழுங்குவதில் வலி, காதில் வலியுடன் சில சமயம் கைகால் மூட்டுகளிலும் வலி தோன்றலாம். கழுத்து நிணத்தொகுப்பில் நுண்ணுயிரி பரவினால் அங்கும் அழற்சித் தோன்றி வலியுண்டாகும்.

தொண்டையுள் இரு டான்சில்களும் சிவந்து வீங்கி, மஞ்சள் நிறச் சீழ், குழிகளில் இருப்பது தெரியும். டான்சில் திரைத்தூண்கள் சிவந்திருக்கும். சிலசமயம் குழிகளில் சீழ் இராமல் டான்சில்கள் வீங்கிச் சிவந்திருக்கும். மஞ்சள் நிறச் சீழ் ஒன்றாகச் சேர்ந்து சவ்வை அரித்து அங்கு இள மஞ்சள் படலம் தோன்றலாம். அப்போது அது தொண்டை அடைப்பான் போன்று இருக்கும். மித அழற்சியில் காய்ச்சல் மிகுந்திராது. மாலையில் காய்ச்சல் வந்து சோர்வுடன் படுக்க வைக்கும். கழுத்தில் நிணக்கட்டியும் இருக்கும். டான்சில் அழற்சியால் வாயில் கெடுநாற்றமிருக்கும். நாட்பட்ட அழற்சியில் தீவிர அறிகுறிகள் தோன்றா. கழுத்து நிணக்கட்டி பெரியதாக இருக்கும். பசியும் உணவில் ஆர்வமும் இன்மையால் உடல் இளைக்கும்.

அடினாய்டு. அடினாய்டு என்னும் நிணத்தொகுப்பு மூட்டு, தொண்டை இவற்றின் சந்திப்பில் கபாலத்தின் அடியில் இருக்கும். வட்டவடிவமாக மேடு பள்ளங்கள் உள்ள அடினாய்டு, குழந்தைப் பருவத்தில் டான்சில் போலப் பெரியதாக வளரும். மிகவும் பெரிதாக இருந்தால் மூக்கின் பின்புற வாயில்களையும் மூக்கு, தொண்டை இவற்றின் இரு பக்கங்களிலுள்ள தொண்டைச் சுவாசக் குழாயின் வாய்ப் பகுதியையும் அடைக்கும். மேலும் மூக்கு, தொண்டையிலுள்ள சளி, நுண்ணுயிரி ஆகியவை குழந்தை அழும் போதும், மூக்கை உறிஞ்சும்போதும் நடுச்செவியுள் உறிஞ்சப்பட்டு அங்குச் சீழ்ப்பரவும். விரைவில் செவிப்பறையில் துளை விழுந்து வெளிச்செவியில் சீழ் வடியத் தொடங்கும்.

அடினாய்டு 12 வயதில் சுருங்கிவிடும். அடினாய்டின் விளைவுகள் 3-12 வயது வரையே உள்ளமையால் குழந்தை மூக்கு வழியாகச் சுவாசிக்க இயலாமல் வாய்வழியாகச் சுவாசிக்கும். எப்போதும் வாய்வழி திறந்தேயிருக்கும். விரைவில் கீழ்த்தாடை மேல்தாடையின்று வெளியே முன்பக்கமாக நீண்டுவிடும். மேல்தாடை வளர்ச்சி குறைவதால் மேல்தாடையில் பல் வரிசை நெருங்கி அண்ணமும் தட்டையாக இராமல் ஒடுங்கிய கூரை போலாகும். தோள்கள் தொங்கி மார்பு உருண்டு விரிவடையாமல் தட்டையாகிவிடும். அடினாய்டு முகம், மார்பு, உடல் இவற்றில் நிலையான மாறுதல்களை ஏற்படுத்தும். குழந்தைக்கு மனவளர்ச்சி, அறிவுக்கூர்மை, கவனம், உடல் வளர்ச்சி ஆகியவை குறைவதுடன் தூக்கமின்மை, இரவில் திடீர்ப் பிரமை, செவிடு ஆகிய துன்பங்களும் தோன்றக்கூடும்.

அடினாய்டு பெரிதாக இருப்பது தெரிந்தால், அதை டான்சில்களுடன் சேர்த்து அறுவை மூலம் அகற்ற வேண்டும். துன்பம் தாராத டான்சில் பெரிதாக இருந்தாலும் தீமை ஏற்படாது. ஆனால் துன்பமளிக்கும் டான்சிலையும் அடினாய்டையும் அறுவை செய்து அகற்றுவது இன்றியமையாதது.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

தொப்பூழ்க் குடல் பிதுக்கம்

பிதுக்கம் அல்லது பிதுக்கநோய் (hernia) என்பது ஓர் உறுப்பு பெருத்து அதற்கு இயற்கையாக அமைந்துள்ள தடுப்புச் சுவரையும் தாண்டி வெளிப்படுவதாகும்.

உடலில் உள்ள பகுதிகள் அனைத்தும் ஒன்று போலவே வலிமை பெற்றவை அல்ல. சில பகுதிகள் பிறவற்றைவிட வலிமை குன்றியுள்ளன. குழந்தைகளுக்குப் பிறவியிலேயே வயிற்றுப்பகுதியில் சில வலிமை குறைந்த பகுதிகள் தோன்றக்கூடும். கக்குவான் இருமல் போன்ற நோய்களால் துன்புறும்போது மிகு அழுத்தத்தால் வயிற்றுத்தசைகள் நெருக்கப்படுவதால் தொப்பூழ் வெடித்துப் பிதுக்கம் தோன்றக்கூடும். குழந்தைகளோ, பெரியவர்களோ மிகவும் பளுவான பொருள்களைத் தூக்குவதால் வயிற்றுத்தசைகள் மிகவும் இறுகி வயிற்றுப்பகுதிகள் நெருக்கப்பட்டுத் தொப்பூழ்த் துளை வழியே பிதுக்கம் உருவாகலாம். மகப்பேற்றின்போது வயிற்றுத்தசைகள் அளவுக்கு மீறி இறுகி, குழந்தையைக்

கருப்பையிலிருந்து வெளியேற்ற முயலும்போது மென்மையான தொப்பூழ் வழியே வயிற்றுக் குடல் போன்ற பகுதிகள் வெளிப்பட்டு அதனால் தொப்பூழ்க் குடல் பிதுக்கம் (umblical hernia) உண்டாகக்கூடும். வயிற்று அறுவைக்குப் பின் காயத்தின் மீது அரைகுறையாகக் காய்ந்து நலம் பெற்று பகுதிகள் அழுத்தம் பெறுவதால் பிதுக்கம் தோன்றக்கூடும்.

அறிகுறிகள். தொப்பூழில் தோன்றும் பிதுக்கம் அளவுகளில் மாறுபட்டு அழுத்தத்திற்கு ஏற்ப அமையலாம். வலி தொடர்ந்து அல்லது விட்டு விட்டு அந்த இடத்தில் தோன்றலாம்.

மருத்துவம். நோய் வாராமல் தடுக்க அல்லது நோய்த் தோன்றினால் அது வலிவுறாமல் தடுக்கப் பளு தூக்குவதை விட்டுவிட வேண்டும். அறுவை செய்ய முடியாத, உடல் வலுவிழந்த முதிர்ந்த நோயாளிகள் அவ்விடத்தில் குடல் பிதுங்காமல் இருக்க பட்டை (belt) போன்ற தாங்கிகளை அணியலாம்.

அறுவையால் வெடிப்புக் கண்டுள்ள வயிற்றுச் சுவர்ப் பகுதியில் ஓரங்கள் வெட்டப்பட்டுப் பிறகு தைக்கப் படுகின்றன. ஆனால் அந்த இடம் குணமாகிப் பின்னர் வெடிப்புத் தோன்றாவண்ணம் வலிமை பெற்றுவிடும். மருத்துவமளிக்காவிடின் தொப்பூழ்க் குடல் பிதுக்கம் மேலும் பெருத்து, வயிற்றின் அழுத்தத்தின் காரணமாகக் குடல் வெளியே தள்ளப்படுவதால், தொப்பூழில் தோன்றும் துளை வழியே குடல் மேன்மேலும் பிதுக்கம் பெறலாம். அதனுடன் வேறு பல பகுதிகளும் வெளி வருவதால் தொப்பூழ் வெடிப்பு குறுகி, இறுக்கம் ஏற்பட்டுச் சாதாரணமாக வயிற்றிற்குள் வெளிப்போந்த குடல் பகுதிகள் திரும்பாமல் நெரிக்கப் படலாம். இதனால் அக்குடல் பகுதிகளுக்குச் செல்லும் குருதியோட்டம் குறைந்து முற்றிலும் நின்று விடலாம். தொப்பூழ்ப் பிதுக்கம் அங்குள்ள குடல் பகுதிகள் குருதியோட்டக் குறைவினால் மடிந்து அழுகல் போன்றவற்றால் உயிருக்கே ஊறு விளைவிக்கும். அப்போதும் அதாவது குடல் நெரிக்கப்பட்டு வலிதோன்றும் போதும் அல்லது குருதியோட்டம் நிறுத்தப்பட்டுக் கறுத்து அழுகல் தோன்றும் போதும் அறுவையே செய்ய வேண்டும்.

- இரா. தனஞ்ஜெயன்

தொய்வு திறன்

ஒரு பொருளை மீட்சியியல் எல்லைக்கு உட்படுத்தினால், அப்பொருளின் பரிமாணங்கள் மாறும். மீட்சிப் பண்பு அப்பொருளில் செயல்படும் வரை, அப்பொருள் ஆற்றலைத் தன்னுள் தேக்கி வைத்திருக்கும். மீட்சிப் பண்பை நீக்கினால், அப்பொருள் மீட்சிப் பண்பேற்றத்தின்போது தேக்கி வைத்திருந்த ஆற்றலை வெளியிட்டு, அதன் இயல்வு பரிமாணங்களை மீண்டும் பெறும். மீட்சியியல் எல்லைக்கு உட்படுத்தப்படும்போது அப்பொருள் பெறும் ஆற்றல் திரிபு ஆற்றல் (strain energy) எனப்படுகிறது. மீட்சி உருமாற்றத்தால் ஒரு பொருளின் தேக்கி வைக்கப்படும் ஆற்றலின் அளவு தொய்வு திறன் அல்லது வல்லுமை (resilience) எனப்படுகிறது.

பொருளின் ஓரலகு கன அளவில் தேக்கி வைக்கப்படும் ஆற்றலின் மீவுயர் மதிப்பே தொய்வு திறன் எண் (modulus of resilience-μ_p) அல்லது ஓரலகு தொய்வு திறன் (Unit resilience) எனப்படுகிறது.

$$U_p = \frac{1}{2} S_p^2 / E \qquad \text{.........} (1)$$

தொய்வு திறன் எண் தகைவின் (S_p) வர்க்கத்திற்கு நேர் விகிதமாகவும் மீட்சிக் குணகத்திற்கு (E) எதிர் விகிதமாகவும் மாறுபடும். தொய்வு திறன் எண் தகைவு திரிபு வரைபடத்தில் மீட்சி வரம்பு வரையுள்ள பரப்பளவிற்குச் சமமாகும்.

உத்திரங்களின் தொய்வு திறன். ஓர் உத்திரத்திற்குச் சீராகக் கொடுக்கப்பட்ட சுமையின் பணி $\frac{1}{2}$pf........... (2) உத்திரத்தின் தொய்வு திறன் (resilience of beams) எனப்படுகிறது. இது வரைபடத்தில் 0-லிருந்து p-வரை உயரும். $P = nSI / Cl; F = \frac{nsl^2}{MCE}$ ஆகியவற்றைச் சமன்பாடு (2) இல் பிரதியிட்டால்

$$U = \frac{n^2}{M}\left(\frac{k}{C}\right)^2 \frac{s^2 v}{2E}$$

இதில்

n,m	-	சுமையிடுதலையும் தாங்கிகளையும் சார்ந்திருக்கும் மாறிலிகள்
S	-	இழைத் தகைவு (Fibre Stress)
C	-	நடு அச்சிலிருந்து வெளி இழை வரையிலான தொலைவு
L	-	பாவளவின் நீளம்
K	-	கொட்பாரம்
V	-	உத்திரத்தின் கன அளவு

ஒரு குறிப்பிட்ட தகைவில், ஒரே குறுக்குவெட்டைக் கொண்ட உத்திரங்களின் தொய்வு திறன், அதன் கன அளவுகளுக்கு விகிதாசாரமாக இருக்கும். உள் தொய்வு திறன் அல்லது நீளம் x உள்ள ஓர் உத்திரத்தின் பொருளிலுள்ள மீட்சி உருமாற்ற ஆற்றல் U எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$u = \frac{1}{2} \int m^2 dx / EI = \frac{1}{2} \int mdi$$

இதில்

M - x என்னும் ஏதேனும் ஒரு புள்ளிலுள்ள திருப்புமை (moment)

di - dx இன் முனைகளிலுள்ள மீட்சி விளைவின் தொடுகோடுகளுக்கு இடையே உள்ள கோணம்.

- இரா. இந்து

தொய்வு புள்ளி

ஒரு வளைதளப் பரப்பின்மீது முடிவற்ற புள்ளிகள் இருந்தபோதிலும் அவை யாவுமே இன்றியமையாதவை அல்ல. அவற்றின் ஒரு சில புள்ளிகளே தனிச்சிறப்புடையனவாக விளங்கும். இத்தகைய புள்ளிகளின் ஒரு பிரிவே தொய்வு புள்ளிகள் (Saddle point) ஆகும். (saddle point என்பதற்குக் குதிரை மீது சவாரி செய்பவர் வசதியாக அமர்ந்து செல்லப் பயன்படும் இருக்கை என்னும் பொருள் உண்டு.)

Z = f (x,y) என்பது ஒரு வளைதளப்பரப்பைக் குறிக்கும் சமன்பாடு எனலாம். P என்பது அதன் மீது ஏதேனும் ஒருபுள்ளி எனலாம். Pஇன் அண்மைப்பகுதியில் பின்வரும் நிபந்தனைகள் உண்மையானால், அது ஒரு தொய்வு புள்ளி எனப்படும்.

1) முதல் வரிசைப் பகுதி வகைக்கெழுக்கள் சுழியாதல்;

அதாவது $\frac{\partial f}{\partial x} = 0, \frac{\partial f}{\partial y} = 0$

2) இரண்டாம் வரிசைப் பகுதி வகைக்கெழுக்கள் $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 f}{\partial xdy}$ ஆகியவை தொடர்ச்சியானவையாக இருத்தல்

3) $\left(\frac{d^2 f}{dxdy}\right)^2 - \left(\frac{d^2 f}{dx^2}\right)\left(\frac{d^2 f}{dy^2}\right)$ என்பது ஒரு மிகைமெய் எண்ணாயிருத்தல்.

Z = f(x,y) என்னும் வளைதளப்பரப்புக்குத் தொய்வு புள்ளியிடமிருந்து வரையப்படும் தொடு தளம் கிடையாக இருக்கும். மேலும் அப்புள்ளியின் அண்மையில் வளைதளப்பரப்பின் ஒரு பகுதி தொடுதளத்துக்கு மேற்புறமும், மற்றொரு பகுதி தொடுத் தளத்துக்குக் கீழ்ப்புறமும் அமையும். இவ்வமைப்பை உற்று நோக்குகையில் தொய்வு புள்ளியைச் சுற்றி இரண்டு மேடான பகுதிகளையும், இரண்டு பள்ளத்தாக்குகளையும் காணமுடியும். இது பார்ப்பதற்குக் குதிரையேற்றம் செய்யப் பயன்படுத்தப்படும் இருக்கையைப் போன்று காட்சியளிப்பதாலேயே இப்புள்ளியைத் தொய்வு புள்ளி என்பர்.

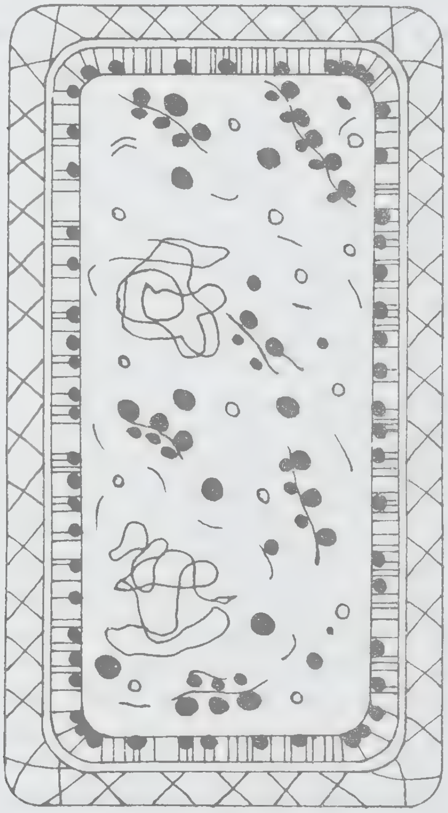
நவீன கணிதத் தலைப்புகளில் ஒன்றான விளையாட்டுக் கொள்கையிலும் தொய்வு புள்ளி என்னும் கொள்கை பயன்படுகிறது. இரு நபர் சுழிக்கூடுதல் விளையாட்டு என்பது இரண்டு நபர் AB சேர்ந்து ஆடும் ஆட்டம் ஆகும். ஆட்டத்தின் இறுதியில் A நபர் B நபருக்கும், B நபர் A நபருக்கும் செலுத்தும் தொகைகளின் (payments) இயற்கணிதக் கூடுதல் (algebric sum) சுழியாகும். அதாவது, ஒருவரின் இழப்பு, மற்றொருவருக்கு லாபமாகும்: இந்த ஆட்டம் ஒவ்வொன்றுடனும் ஒரு முடிவான மெய் அணி ஒன்றினை ஒப்பிடலாம். இந்த அணியின் ஒவ்வோர் உறுப்பு a_{ij} உம் $max_i(min_i.aij)$ $mini_j(max_i ai_j)$ என்னும் நிபந்தனைக் குட்பட்டிருக்கும். $max_i(min_j ai_j) = min_j(max_i ai_j) = V$ எனக் கொண்டால், i_0 மற்றும் j_0 நிலைகளை, மேம்படுத்தக்கூடிய ஆட்டக்காரர் i நிலையைத் தேர்ந்தெடுக்கையில், கீழ்ப்படுத்தக்கூடிய ஆட்டக்காரர் தேர்ந்தெடுக்கும் நிலை எதுவாயினும் முதல் ஆட்டக்காரரின் இழப்பு குறைந்தது V ஆகுமாறும், கீழ்ப்படுத்தக்கூடிய ஆட்டக்காரர் j_0 நிலையைத் தேர்ந்தெடுக்கையில், கீழ்ப்படுத்தக்கூடிய ஆட்டக்காரர் தேர்ந்தெடுக்கும் நிலை எதுவாயினும் முதல் ஆட்டக்காரரின் இழப்பு குறைந்தது V ஆகுமாறும்; கீழ்ப்படுத்தக்கூடிய ஆட்டக்காரர் j நிலையைத் தேர்ந்தெடுக்கையில் மேம்படுத்தும் ஆட்டக்காரர் தேர்ந்தெடுக்கும் நிலை எதுவாயினும், முன்னவரின் இழப்பு அதிக அளவாக V ஆகுமாறும் காணலாம். இந்நிலையில் $(i_j j_o)$ என்பது அந்த ஆட்டத்திற்குரிய தொய்வு புள்ளியாகக் குறிக்கப்படும். இந்த ஆட்டத்திற்குரிய அளவில் io ஆம் நிரையிலும் jo ஆம் நிரலிலும் உள்ள உறுப்பே அணியின் தொய்வு புள்ளி ஆகும்.

அதாவது $V = a_{io}j_o = max_i\ aj_o = min_j\ ai_oj_o$ i_o நிரையின் உறுப்புகளுள் நீ உறுப்பு, அதே சமயத்தில் j நிரலில் உள்ள உறுப்புகளுள் உச்ச உறுப்பு $a_{io}\ j_o$ ஆகும். இதுவே அவ்வணியின் தொய்வு புள்ளியாகும்.

துணைநூல். Kanti Swarup and P.L. Maggu, *An Introduction to Operational Research and Linear Programming*, Shalini Prakashan, Meerut, 2nd Edition, 1978.

தொல் உட்கரு உள்ளவை

இவை பாக்டீரியா, நீலப்பச்சைப்பாசி ஆகியவற்றின் அமைப்பின் அடிப்படையில் மிகத் தொன்மையான அல்லது ஒற்றைச் செல் உயிரினங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. இவற்றின் பிளாஸ்மாச் சவ்வும் மையப் பகுதியில் உட்கருப் பொருள்களாக டி.என்.ஏ, ஆர்.என்.ஏ, உட்கருப்புரதம் ஆகியவையும் அமைந்துள்ளன. உட்கருப் பொருள் களையோ சுவாச நொதித் தொகுப்புகளையோ சுற்றிச் சவ்வு காணப்படுவதில்லை. அவற்றைச் சுற்றிச் சைட்டோப்பிளாசம் அமைந்துள்ளது.



எஸ்செரிசியாக் கோலை
(Escherichia coli)

தொல் உட்கரு உள்ளவற்றின் (prokaryotes) சைட்டோப்பிளாசத்தில், அகப்பிளாச வலைப்பின்னல், கோல்கைப் பொருள்கள், மைட்டோ காண்ட்ரியா, செல் மையம் போன்றவை இல்லை. மூலக்கூறுகள் செல் முழுவதையும் 1 நொடியில் 100 அல்லது 200 முறை சுற்றி வரக்கூடிய அளவில் மிகச் சிறியவை. வளர்சிதை மாற்றத்திற்குத் தேவையான மூலக்கூறுகள் பிளாஸ்மாச் சவ்வின் மூலமாகச் சவ்வூடு பரவல் முறையில் செல்கின்றன.

மைக்கோப்பிளாஸ்மா லெய்டுலானி (*Mycoplasma laidlawi*) என்பது 0.1 விட்டமுடையது. இது சாக்கடைப்பகுதியிலும், மண்ணிலும் வாழும் சாறுண்ணி யாகும். மைக்கோப்பிளாஸ்மா கேலிசெப்டிக்கம் (*Mycoplasma gallisepticum*) என்பது 0.2 pu விட்டமுடையது. இது வெப்பக் குருதி விலங்குகளின் செல்களில் ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. இது உயிரினங்களின் பலவகைச் சுவாச நோய்களுக்குக் காரணமாகிறது.

புரத ஆக்கத்தின்போது நடைபெறும் டி.என்.ஏ. இரட்டித்தல், பகுப்படைதல் போன்ற செயல்களுக்குத் தேவையான நொதிகளும், சர்க்கரைப் பொருள்களைக் காற்றில்லாச் சுவாசத்தின் மூலம் சிதைத்து, ஆற்றல் உருவாக்கத் தேவையான நொதிகளும் புளுரோ நிமோனியா போன்ற உயிரிகளில் காணப்படுகின்றன.

பாக்டீரியா. இது நுண்ணிய பசுங்கணிகமற்ற கலவா இனப்பெருக்கம் செய்யும் ஒற்றைச் செல் உயிரியாகும். நன்னீர், உவர்நீர், மணல் தாவரங்கள், விலங்குகள் முதலியவற்றில் சாறுண்ணியாகவும், ஒட்டுண்ணியாகவும் வாழக்கூடியது. சாறுண்ணி மனிதனின் பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்குப் பயன்படும் நல்லுயிரியாகும். ஒட்டுண்ணி தாவரங்களுக்கும் மனிதனுக்கும் நோயளிக்கும் தீங்குயிரியாகும்.

ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ் தொண்டைப்புண்ணையும், ஸ்டெ∴பைலோகாக்கி கொப்பளத்தையும், மைக்கோ பாக்டீரியம் டியூபர்குளோசிஸ் எலும்புருக்கி நோயையும், காரீனீபாக்டீரியா டி∴ப்தீரியா தொண்டை அடைப்பானையும், சால்மோனெல்லா டை∴போசா நச்சுக் காய்ச்சலையும், விபிரீயோ கோமா வாந்திபேதியையும், சைபரோக்கீடஸ் கொடிய மேகநோயையும் தருபவை.

எஸ்செரிசியாக்கோலை. பாலூட்டிகளின் செரிமான மண்டலத்தில் வாழ்கிறது. இது, தீங்கு விளைவிக்காது. 2 pu நீளமும் 0.8 - 1p அகலமும் உடையது. மைட்டோ காண்ட்ரியா இராமையால் பாக்டீரியாவில் சுவாசம் நடைபெறுவதற்கேற்றவாறு பிளாஸ்மா சவ்வில் சுவாச நொதிகளான சைட்டோக்குரோம், கிரெப் சுழற்சியின் நொதிகளான என்.ஏ.டி. ஹெச். அமில∴பாஸ்படேஸ் ஆகியன காணப்படுகின்றன.

மரபியற் செயல்கள் அனைத்தும் இரண்டு இழை களாலான, வட்ட வடிவமான 100-1500 pu நீளமுடைய

டி.என்.ஏ. மூலக்கூறுகளால் நடைபெறுகின்றன. ஏனைய உயிரிகள் போலல்லாமல் இதில் டி.என்.ஏ. மூலக்கூறு ஹிஸ்டோன் புரத உறையால் மூடப்பட்டுள்ளது. உட்கருச் சவ்வு இராமையால் இதனை நியூக்ளியாய்டுகள் என்பர்.

உயிர்ப்பண்புகளில் ஒன்றாக மெய்ப்பிக்கப்பட்ட உயிர் அலை இயக்கம் (biological oscillation) சவ்வுச்சார்ந்த உயிர்ச் செயலாகச் கருதப்படும். தொல் உட்கருவுள்ள உயிரினங்களில் உட்கருச் சவ்வின்மையால் இவற்றில் அலை இயக்கம் இல்லை எனக் கருதப்பட்டிருந்தது. ஆனால் எஸ்செரிசியாக் கோலையில் உயிரியல் அலை இயக்கம் உள்ளமை அறியப்பட்டுள்ளது.

நீலப்பசும் பாசி. இதில் சில ஒற்றைச் செல் உயிரியாகவும், சில தனிச் செயல் உயிரியாகவும் உள்ளன. இதன் சிறப்பினங்கள் பல செல் உடையவை. ஒவ்வொரு செல்லிலும் மூன்று அடுக்குகளாலான செல்சுவர் உள்ளது. ஜெலாட்டின் அல்லது கோழையினாலான புறப் பகுதியும் மையச் செல் சுவரும், கொழுப்புப் புரதத்தாலான பிளாஸ்மாச் சவ்வும் இம்மூன்று அடுக்குகளாகும். அகப்பிளாச வலைப்பின்னல், கோல்கை உறுப்புகள், மைட்டோ காண்டிரியா, லைசோசோம் போன்ற செல்லுறுப்புகள் சைட்டோப்பிளாசத்தில் இரா.

நீலப்பசும் பாசியின் வளர்சிதை மாற்றம் ஒளிச் சேர்க்கையைச் சார்ந்துள்ளமையால் இதன் செல்களில் பசுங்கணிகங்களும் நிறமிகளும் காணப்படுகின்றன. நீல நிறமிகளுக்கு ∴பைக்கோ சாயனின் என்றும், சிவப்பு நிறமிகளுக்கு ∴பைக்கோ எரித்திரின் என்றும் பெயர். பசுங்கணிகங்களும் சிவப்புக் கணிகங்களும் தட்டையான பைகளில் இணையாக அமைந்துள்ளன. இவற்றிற்கிடையில் 400 A விட்டமுடைய துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் ∴பைக்கோபிலின் என்னும் நிறமித்துகள்கள் உள்ளன.

- **இரா. சகுந்தலா**

துணைநூல். De Robertis, *Essentials of Cell and Molecular Biology*, W.B. Saunders Publishing Company, Japan, 1981.

தொல் காந்தவியல்

இது அண்மைக்காலத்தில் கண்டு உணரப்பட்ட ஓர் அறிவியல் பிரிவாகும். நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே காந்தத் தன்மையைப் பற்றியும், லோட் ஸ்டோன் (Load Stone) எனும் கனிமத்தைப் பற்றியும், அதன் காந்த ஆற்றலையும் தத்துவவியலார் நன்கு அறிந்திருந்தனர். வில்லியம் கில்பர்ட் என்னும் ஆங்கிலேயர் 1600 ஆம் ஆண்டில் புவி என்பது ஒரு பெரிய காந்த உருண்டை என்பதை விளக்கினார்.

புவி உருண்டையின் வடக்கு மற்றும் தெற்குப் பகுதிகள் சற்றே தட்டையானவை என்பதைப் பலரும் அறிவர். இவை துருவங்கள் எனப்படும். குழப்பம் தவிர்க்க வேண்டி இவற்றைப் புவியியல் துருவங்கள் (geographical poles) என்பர். அனைத்துக் காந்தப் பொருள்களைப் போலவே புவி உருண்டையிலும் காந்த முனைகள் உள்ளன. இவை புவிக்காந்த முனைகள் (geomagnetic poles) எனப்படும். இவையும் வடக்குமுனை (north poles), தெற்குமுனை (south pole) என்றே குறிக்கப்படுகின்றன. புவிக்காந்த முனைகள், புவியியல் துருவங்களோடு எப்போதும் சேர்ந்தே இருப்பதில்லை. புவி, புவியியல் துருவங்களை இணைக்கும் கோட்டினை அச்சாகக் கொண்டு புவி சுழலுகிறது. புவிக்காந்த முனைகளை இணைக்கும் கோடு துருவ அச்சுக்கு இணையாக அமையாமல் சற்று விலகிச் சாய்ந்தே அமைகிறது. இவ்விரு கோடுகளுக்கும் இடையேயுள்ள கோணம் மாறுபடுகிறது.

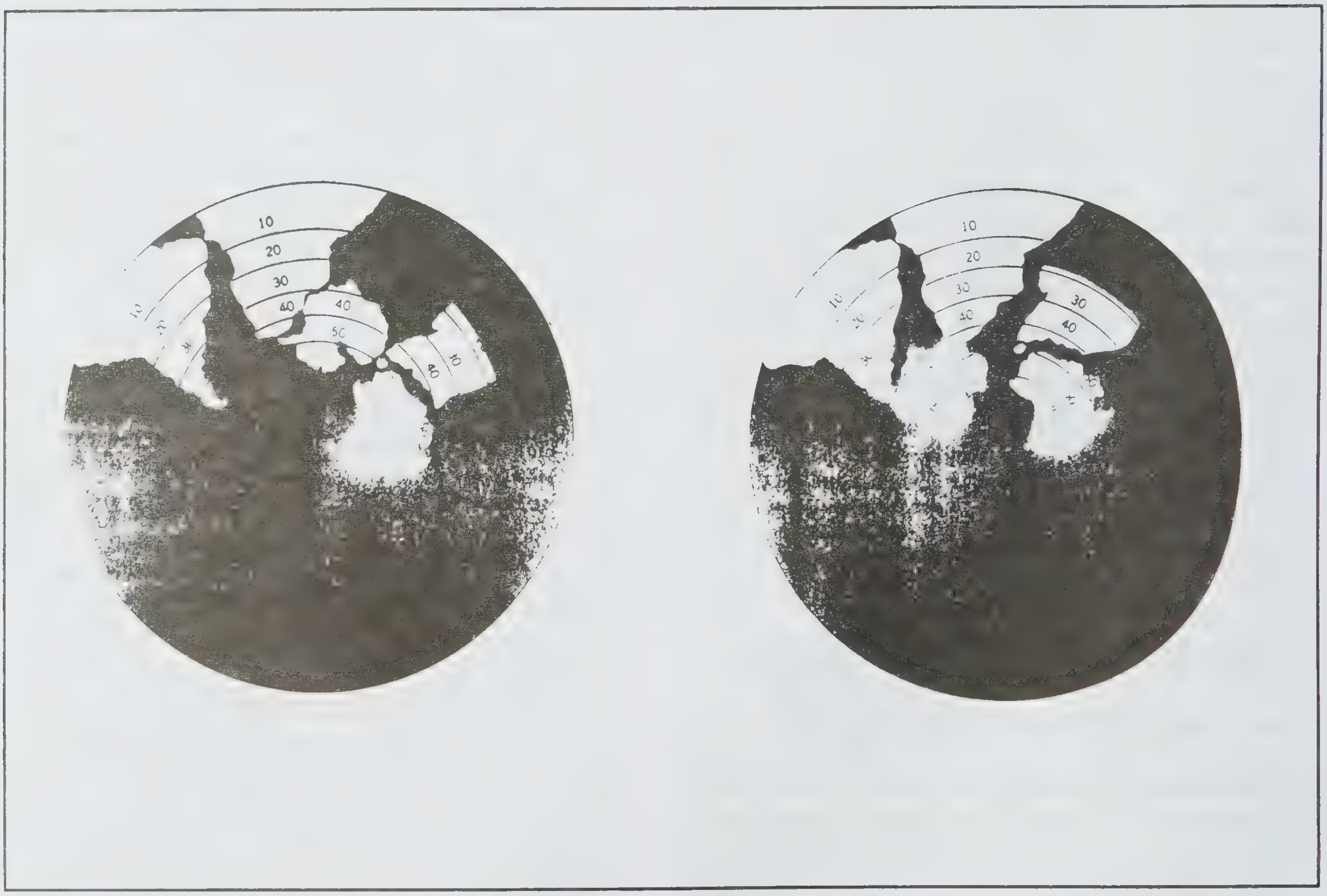
புவி உருண்டை பாறைகளால் ஆனது. பாறைகள் பல்வேறு கனிமங்களின் சேர்க்கையால் உருவானவை. எனவே புவியில் பற்பல கனிமங்கள் உள்ளமை தெளிவாகிறது. இவற்றுள் சில இரும்புக் கனிமங்கள் அடங்கும். இரும்புக் கனிமங்கள் இயல்பாகவே காந்தத்தன்மை கொண்டுள்ளவை. இரும்புக் கனிமங்களுள் லோடு ஸ்டோனும் ஒன்று. மேக்னடைட் கனிமம் காந்தத்தைப் போல் இரும்புப் பொருள்களைத் தன் பால் ஈர்க்கும் ஆற்றலைக் கொண்டது. பொதுவாக காந்தத் தன்மையுடைய கனிமங்களே தொல்காந்தவியலின் அடிப்படைக் கூறுகளாகத் திகழ்கின்றன.

அனற்பாறைகளில் கனிமங்கள் பாறைக்குழம்பு குளிர்ந்து உறைந்து கெட்டியாவதினால் தோன்றுகின்றன. பாறைக் குழம்பிலிருந்து தோன்றும் போதே காந்தத்தன்மையுடைய கனிமங்கள் தத்தம் காந்தமுனைகள் புவி காந்தத்திசைக்கு இணையாக இருக்கும்படி நிலைகொள்கின்றன. இது போன்றே படிவுப்பாறைகள் தோன்றும்போதும் காந்தத் தன்மையுடைய கனிமங்கள் புவியின் காந்தத் திசைக்கு இணையாகத் தம் காந்தமுனைகள் அமையுமாறு படிகின்றன. படிவுப்பாறைகள் நீரில் தோன்றுவதால் இந்தக் கனிமங்கள் புவியின் காந்தத் திசைகளுக்கு ஒத்தவாறு திரும்பி, இணையாகப் படிந்து நிலைகொள்கின்றன. நீரில் படிந்த வண்டல்கள் கெட்டியாகிப் படிவுப் பாறைகளாக ஆகும்போது காந்தக் கனிமங்கள் அத்திசையிலேயே நிலைபெற்று விடுகின்றன. ஆகையால் அனற்பாறைகள் மற்றும் படிவுப் பாறைகளில் உள்ள காந்தத்தன்மையுடைய கனிமங்களின் காந்தத்திசைகளைக் கொண்டு அக்கனிமங்கள் கொண்டுள்ள பாறைகள் தோன்றிய காலத்தில் புவியின் காந்தத் திசைகளை அறிந்து கொள்ள இயலுகிறது.

கனிமங்கள் சிதைவு அடைவதாலும் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் சூடாக்கப்படுவதாலும் அவற்றின் காந்தத்தன்மையில் உருக்குலைய வாய்ப்பு உண்டு. அவற்றின் காந்தத்திசை மாற்றலுக்கும் வகை செய்யக்கூடும். சிதைவு அடையாத மிகுவெப்பத் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகாத கனிமங்கள் அவை உள்ள பாறைகள் தோன்றிய காலத்தில் புவியின் காந்த முனைகள் இருந்த நிலையை விளக்குகின்றன. இக்கனிமங்களைக் கொண்டு புவிக்காந்தத் திசையினை அறிவதோடு காந்த ஆற்றலையும் அறிய முடிகிறது. இவ்வாறு கனிமங்கள் காந்தத்தன்மையைக் கொண்டு புவியின் பழங்காலக் காந்தத் தன்மைகளை அறிவதே தொல்காந்தவியல் (paleomagnetism) ஆகும்.

தொல்காந்தவியலின் பயனை 1950இல் உலகறியச் செய்தவர் பிளேக்கட் (Blackett) என்பார் ஆவார். அவருக்குபின் இத்துறையினைச் சிறப்பாகச் செய்தவர்களுள் ரன்கான் குறிப்பிடத்தக்கவர். புவிக்கோளத் துருவங்களும், புவிக்காந்த முனைகளும் பெரும்பாலும் சேர்ந்தே அமைந்திருக்கின்றன. எனும் அடிப்படையினை ஏற்றுக்கொண்ட நிலையிலேயே தொல்காந்தவியல் ஆய்வுகள் அமைகின்றன எனலாம். இவ்விரண்டும் துல்லியமாக ஒன்றாகவே சேர்ந்திருந்தன என்னும் கருத்தினை முழுமையாக ஒப்புக் கொண்டதின் அடிப்படையில் பாறை அது தோன்றிய காலத்தில் புவியின் எப்பகுதியில் இருந்தது என்பதைக் கணக்கிடலாம். காந்த ஊசியை நோக்கினால் அது மட்டமாக நிற்காமல் அதன் ஒரு முனை கீழ்நோக்கிச் சாய்ந்தே நிற்பதைக் காணலாம். இதனைச் சாய்கோணம் (inclination - I) என்பர்.

காந்தத்தின் சாய்கோணம் இடத்திற்கு இடம் வேறுபடுகிறது. புவி துருவத்தின் 90^0 ஆகவும் புவிநடுக்கோட்டில் 0^0 ஆகவும் இருக்கிறது. புவிநடுக் கோட்டிலிருந்து துருவத்தை நோக்கிச் செல்லச் செல்லச் சாய்கோணம் 0^0 யிலிருந்து அதிகரித்துக் கொண்டே போய் துருவத்தில் 90^0 ஆகிறது. தொல்காந்தவியலில் இந்தச் சாய்மானத்தைக் கொண்டு, காந்தத் தன்மைக் கனிமம் உள்ள



(அ) அனைத்துத் தென் கண்டத்தின் தொல்காந்த துருவங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற் பொருந்துகின்றன.

(ஆ) அண்டார்டிகாவின் தொல் காந்தத் துருவங்கள் சிறிதளவு நகர்ந்துள்ளன.

அப்பாறை அதாவது அந்த நிலப்பகுதி, புவிநடுக்கோடு அல்லது துருவத்திலிருந்து எவ்வளவு தொலைவில் இருந்தது என்பது கணக்கிடப்படுகிறது. சாய்மானத்திலிருந்து அவ்விடத்தில் அகலாங்கு (lattitude) கணக்கிடப்பட்டுப் பின்னர் அதிலிருந்து தொலைவு அறியப்படுகிறது. காந்தத்தின் சாய்கோணத்திலிருந்து தொலைவு அறிவதைப்போல், காந்த விலகு கோணத்தினைக் கொண்டு (magnetic declination) துருவம் எந்தத் திசையின் அமைந்திருந்தது என்பதை அறியலாம்.

தொல்காந்தவியல் ஆய்வின் கருத்தினால் கண்டங்கள் (continents) முற்காலத்தில் பல்வேறு இடங்களிலிருந்து பெயர்ந்து இப்போதுள்ள நிலைகளுக்கு நகர்ந்து வந்தன என்னும் சிலரின் ஆய்வுக்கும் பயன்படுகிறது என்பதை அறியலாம். கண்டங்கள் நகரவில்லையென்னும் கருத்துடையோர் தொல்காந்தவியலினால் அறியப்படும் உண்மை புவியின் துருவங்கள் ஒரே இடத்தில் நிலையாக இராமல் பல்வேறு காலக்கட்டத்தில் வெவ்வேறு இடங்களில் இருந்தன என்பதையே உணர்த்துகின்றன எனக் கூறுகின்றனர். இதனைத் துருவப் பெயர்ச்சி (polar wandering) எனக் குறிப்பிடுவர்.

தொல்காந்தவியல் இக்காலத்தில் பெரிதும் வளர்ந்து புவியின் பழங்கால நிலை, அமைப்புப் பற்றி அறியவும் உறுதுணையாகிறது. தொல்காந்தவியலின் ஆய்வினால் புவியின் காந்த முனைகள் வட முனை தென் முனையாகவும் தென் முனை வட முனையாகவும் மாறி மாறி அமைந்திருந்தன என்பது தெரியவருகிறது. இத்தகைய காந்தமுனை மாற்றம் (polarity reversal) பல காலங்களில் பலமுறை நிகழ்ந்துள்ளது. இம்மாற்றம் ஒரு சீரான கால அளவில் நடந்ததாகவும் தெரியவில்லை. இந்தக் காந்தமுனை ஏற்பட்ட காலத்தை முனைமாற்ற ஊழி (polarity epoch) என்று கூறுகின்றனர். இவ்வழியின் கால அளவும், ஒவ்வோர் ஊழியிலும் ஏற்பட்ட காந்தமுனை மாற்றத்தின் எண்ணிக்கையையும் வெவ்வேறாக உள்ளமையையும் தொல் காந்தவியல் ஆய்வுகளிலிருந்து அறியலாம்.

- இல. வைத்தியலிங்கம்

துணைநூல். Arthur Holmes, *Principles of Physical Geology*, Thomas Nelson & sons Ltd, London, 1970.

தொல் தாவரவியல்

தொன்மையான தாவரங்களைப் பற்றி அறிவது தொல் தாவரவியல் (palaeobotany) ஆகும். இது தொல்லுயிரியலின் (palaeontology) ஒரு பிரிவாகும். தொல்லுயிரியலில் விலங்கியல் எச்சங்கள் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இடம் பெறுகின்றன.

தொல் தாவரங்கள் உயிரற்ற எச்சங்களாக (remains) புவியின் பாறை அடுக்கில் காணப்படுகின்றன. அவை தொல்லுயிர்ச் சின்னம் (fossil) எனப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு புவியியல் காலத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட தொல்லுயிர்ச் சின்னத் தொகுப்பு உண்டு.

புவியியல் கால அளவும் தாவரங்களும்

காலம்	தொகுப்பு	பிரிவு	ஆண்டு-கள் (மில்லியன்)	வாழ்ந்த உயிரிகளும் அவற்றின் படிமலர்ச்சியும்
1	2	3	4	5
சீனோசோயிக்	குவார்டர்னரி	ஹோலோசீன் பளிஸ்டோசீன்	1	பூக்கும் தாவர ஏற்றம்
	டெர்ஷியரி	பிளியோசீன் மையோசீன் ஒலிகோசீன் இயோசீன்	60	பூக்கும் அல்லது விதை மூடிய தாவர ஏற்றம்
மீசோசோயிக்	கிரேட்டேசியஸ்	மேல் கீழ்	125	விதை மூடாத் தாவரச் சரிவு
	ஜூராசிக்	மேல் நடு கீழ்	150	பெரணி இனம் மூடாத் தாவர வளர்ச்சி
	டிரையாசிக்	மேல் நடு கீழ்	180	சிகடோஃபைட்
பேலியோசோயிக்	பெர்மியன்	மேல் நடு கீழ்	205	பெருமரச் சரிவு
	கார்பானிஃபெரஸ்	மேல் நடு கீழ்	255	லைகோபாடு ஈக்விசிட்

காலம்	தொகுப்பு	பிரிவு	ஆண்டு-கள் (மில்லியன்)	வாழ்ந்த உயிரிகளும் அவற்றின் படிமலர்ச்சியும்
1	2	3	4	5
	டிவோனியன்	மேல் நடு கீழ்	315	சாற்றுக் குழாய்த் தாவரம்
	சிலூரியன்	மேல் நடு கீழ்	350	முதல் நிலவாழ் தாவரம்
	ஆர்டோவியன்	மேல் நடு கீழ்	430	கடற்பாசி
	கேம்பிரியன்	மேல் நடு கீழ்	510	பாசி
புரோட்டிரோசோயிக்	முன்கேம்பிரியன்		1500	பாசி
ஆர்க்கியோசோயிக			3000	பாசி, பூசணம் பாக்டீரியா

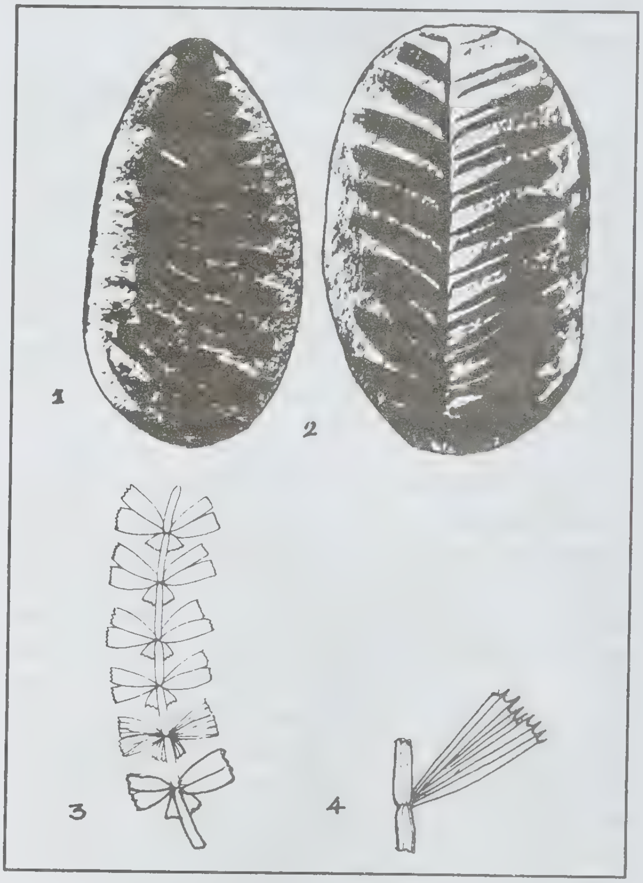
பொதுவாகத் தொல் தாவரச் சின்னங்கள் படிவுப் பாறைகளில் (sedimentary rocks) மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இவை படிவம், அழுந்திய சின்னம், மாதிரி, அச்சு அல்லது உரு, கல் எனப் பலவகையில் அமைந்துள்ளன.

படிவம் (impression). இலை அல்லது ஏனைய தாவரப் பகுதி மண்ணில் விழ, மேற்பரப்பில் இலையின் படிவம் உண்டாகிறது. நாளடைவில் களிமண், கல்லாக மாறும்போது படிவம் நிலைத்துவிடும். இலை நரம்பமைப்பு தெளிவாகத் தெரியும். எ-டு: நியுராப்டெரில் இலை. இதன் மூலம் தாவர உறுப்பின் புறத்தோற்றத்தை அறிய முடியும்.

அழுந்திய சின்னம். தாவரப் பகுதி இச்சின்னங்களில் அழுந்திய நிலையில் காணப்படும். அழுத்தமிகுதி காரணமாகத் தாவரப் பகுதி தட்டையாக்கப்படுகிறது. எ-டு : லெபிடோஸ்டேரோபஸ். இதன் கூம்பு உள்ளமைப்பு தெளிவாயிராது.

மாதிரி. தாவரப் பகுதி முற்றிலும் அழிந்து வெற்றிடம் ஏற்பட்டு அவற்றின் மாதிரி காணப்படும்.

அச்சு அல்லது உரு. மேற்குறிப்பிட்டமை போன்று தோன்றிய வெற்றிடங்களில் கனிமப் பொருள்கள் நிறைந்து தாவரப் பகுதிகளின் அச்சு அல்லது உருவம் தெரியும். எ-டு: ஸ்டிக்மேரியாவின் உரு.



1. நீயூராப்டெரஸ் இலை 2. லித்தோப்டெரஸ்
3. ஸ்பீனோ.·.பில்லத்தின் கிளையும் இலைகளும் 4. பீனோ.·.பில்லத்தின் இலை நரம்பமைப்பு.

கல்லாகக் சமைதல். தாவரப் பகுதிகள் அழிவதற்கு முன்பே அவற்றில் கனிமப் பொருள் நீர்மங்கள் குறிப்பாகச் சிலிக்கா அல்லது கால்சியம் கார்போனேட்டுகள் ஊடுருவுகின்றன. பிறகு திண்ம நிலையை அடைவதால் தாவர உறுப்புகள் திண்மப் பொருளுக்குள் அமிழ்ந்துவிடுகின்றன. இவற்றில் உள்ளமைப்புப் பண்புகள் தெளிவாக உள்ளன. எ-டு: ஸ்.·.பீனோ.·.பில்லம் தண்டு.

தொல்தாவரவியலின் நோக்கம். தாவர உயிர்ச் சின்னங்களை ஒன்றுபடுத்தி, ஒப்பிட்டுச் சேர்த்துத் தொல்தாவரங்களின் பண்புகளை முற்றிலும் விளக்குவதே

தொல்தாவரவியலின் நோக்கமாகும். கிடைத்துள்ள சில சின்னங்களைப் பற்றிய குறிப்புகளில் அவை ஒரே தாவரத்தைச் சேர்ந்தவையாயினும் தனித்தனியாக வெவ்வேறு பெயர்களோடு விளக்கப்படுகின்றன.

தொல்லுயிர்ச் சின்னங்கள் பற்றிய ஆய்வுமுறைகள் இப்போது மிகவும் மேம்பட்டுள்ளன. நவீன முறைகளால் தொல்லுயிரைப் பற்றிய அறிவு மிக விரைவாகப் பரவி வருகிறது.

தொல்தாவரங்களின் வகைப்பாடும் அவை வாழ்ந்த காலமும் பின்வருமாறு.

1. தாலோஃபைட்டா

பாக்டீரியா	-	ஆர்கியோசோயிக்
சைனோ.ஃபைசி (நீலப்பசும்பாசி)	-	ஆர்கியோசோயிக்
குளோரோ.ஃபைசி (பச்சைப்பாசி)	-	புரோட்டிரோசோயிக்
கேரோ.ஃபைசி	-	டிவோனியன்
.ஃபியோ.ஃபைசி	-	சிலுாரியன்
ரோடோ.ஃபைசி	-	புரோடிரோசோயிக்
பூசணம்	-	ஆர்கியோசோயிக்

2. பிரையோஃபைட்டா

ஹிபாட்டிகாப்சிடாஷ	-	டிவோனியன்
பிரையாப்சிடா	-	டெரிடோ.ஃபைட்டா (பெரணிப்பிரிவு)
சைலோ.ஃபைடாப்சிடா	-	சிலூரியன் - டிவோனியன்
லைகாப்சிடா	-	சிலூரியன்
ஸ்.ஃபீனாப்சிடா	-	டிவோனியன்
.ஃபீலிகாப்சிடா	-	டிவோனியன்

3. ஜிம்னோஸ்பெர்மோஃபைட்டா

(விதைமூடாத் தாவரங்கள்)	-	டிவோனியன்

4. அந்தோஃபைட்டா

ஜுராசிக்	-	(பூக்கும் தாவரம்)

தொல்லுயிர்த் தாவரங்களின் இன்றியமைப் பகுதியாகிய கோண்டுவானாத் தாவரங்கள் மேல் கார்பானி.ஃபெரஸ் முதல் ஜுராசிக் வரை வாழ்ந்தவை. இந்திய நிலநூல்படி கோண்டுவானாப் பாறைகள் பேலியோசோயிக் காலத்திற்கு ஈடானவை. கோண்டுவானாப் பாறைகள் கீழ்க்கோண்டுவானா, மேல் கோண்டுவானா என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பிரிவுகளில் கிளாசாப்டெரிஸ் (Glossopteris) தாவரக் கூட்டமும், தின்.ஃபெல்டியா (Thinfeldia) தாவரக் கூட்டமும் அடங்கும்.

கீழ்க்கோண்டுவானாத் தாவரத் தொகுதி. கீழ்க் கோண்டுவானாப் பகுதி மேலும் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்தறியப்படுகிறது. அவை, தல்சீர் வரிசை, கர்கர்பாரி வரிசை, பரகர் வரிசை, ராணிகஞ் வரிசை, பஞ்சட் வரிசை என்பன.

மேல் கோண்டுவானாத் தாவரத் தொகுதி. மேல் கோண்டுவானாத் தாவரப் பகுதியில், பஞ்சட் வரிசை, மகாதேவ் வரிசை, ராஜ்மகல் வரிசை, ஜபல்பூர் வரிசை போன்றவை அடங்கும்.

- வசந்த்சிங்

துணைநூல். C.R. Arnold, *An Introduction to Paleacobotany*, Tata Mc Graw Hill Publishing Company, New York, 1972.

தொல் நிலவியல்

இது கடந்த கால நிலவியலின் தன்மையைப் பற்றி விளக்குவதாகும். குறிப்பாக உறுதிப்படுத்த இயலாத பாறைகளின் பரப்பினைப் பற்றிய விளக்கத்தினைப் பெறத் தொல் நிலவியல் (paleogeology) உதவுகின்றன. மேலே படிந்துள்ள படிவுப் பாறைகளினால் சூழப்பட்ட பழைய அரிப்புற்ற தளத்தினைப் பற்றி அறிய உதவுகிறது. தொல் நிலவியல், நிலப்படங்கள் (paleogeologic map) உறுதிப்படுத்த இயலாத பாறைகளின் அடியில் பரவியுள்ளவற்றை இன்றைய மேற்பரப்பினைப் பற்றிய நிலவியல் நிலப்படங்கள் போன்று போதுமான விளக்கங்களுடன் விளக்குகிறது. தன் அச்சுகளால் பழைய மற்றும் புதிய பாறைகள் கொண்ட மேல் வளைவு (anticline) மற்றும் கீழ் மடிப்புப் (syncline) போன்று சில அமைப்பியல் சிறப்புகளை இனங்காணவும் உதவுகிறது. இத்தகு நிலப்படங்கள் படிவுகளினால் சூழ்ந்து மறைவுற்ற பகுதியின் அடியிலுள்ள பெட்ரோலிய சேகரத்தைப் பற்றிக் (petroleum reservoirs) கண்டறியவும் பாய்மத்தின் நகர்வு தடத்தையும் வழிகளையும் கண்டறியவும் தொல் நிலவியல் உதவுகிறது.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

தொல் புவியியல்

கடந்தகால நிலவியல் தன்மை பற்றி விளக்குவதே தொல்புவியியல் (paleogeography) எனப்படும். பொதுவாகத் தொல் புவியியல், நிலப்படங்களைப் பற்றியதாக இருப்பினும், ஓர் இடத்தின் இயல்பு நிலைகளை (physical aspect) அங்குக் காணப்படும் பாறைகளின் மூலம் கணித்து அதன் விபரத்தைப் பற்றி விளக்கமளிக்கிறது.

புவியியல் (geography), கடந்தகால வரலாற்றின் ஒரு பகுதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அல்லது தற்சமயம் நிகழும் புவியின் மாற்றங்களுக்கு விளக்கமளிக்கிறது. சுருங்கக்கூறின், தொல் புவியியல் கடந்தகால, சிறு இடைவெளிக் காலத்தில் அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நிகழ்ந்த புவியியலைப் பற்றி விவரிப்பதாகும். இது நிலம் மற்றும் கடலின் பரவல், அவற்றின் ஏற்றங்கள், (elevation), ஆழம் மற்றும் வடிவமைப்புகளைப் பற்றி விளக்குகிறது.

தொல் புவியியல், பொதுவாகப் பாறைப் பதிவிற்கும், அது உருவான கால நிகழ்வுக்கும் உள்ள ஒப்புமைத் (correlation) தொடர்பைப் பற்றி விளக்குகிறது. பெரும் நிலப்பரப்பு அல்லது கடற்பரப்பில் படிந்துள்ள ஒரே விதமான பாறைப்படிவு, அப்பரப்பைப் பற்றி அறிய உதவும் சிறந்த பண்புகளாகத் திகழ்கிறது. அக்காலத்தினைக் கணிப்பதற்கு அவ்வவ் காலத்தில் வாழ்ந்து மடிந்த உயிரினங்களைப் பற்றி ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன. அவற்றுள் தொல்லுயிர்ப் படிவுகள் (fossils) தொலைவான இடங்களுக்கு இடையே உள்ள கால ஒப்புமைத் தொடர்பினைக் காட்டும் கருவியாகத் திகழும். யுரேனியம் - காரீயம், தோரியம்-காரீயம், பொட்டசியம்-ஆர்கான், ஸ்ட்ரோன்ஷியம்-ரூபியம், கார்பன் ஐசோடோப்புகள் போன்ற ஐசோடோப் விகிதங்கள் வெவ்வேறு கால இடைவெளியின் மாறுபடும் அளவினைத் துல்லியமாகக் கண்டறியப் பெருமளவில் பயன்படும். இத்தகு ஒப்புமைத் தொடர்பு, பாறை அடுக்கு வரைவியலின் (stratigraphy) முக்கியமான பகுதிகளாகக் காணப்படினும், இது தொல்புவியியலுக்கு அடிப்படையாக உள்ளது.

தொல் புவியியல் நிலப்பட உருவாக்கத்தினால் பொதுவாக அனைத்து நிலப்படவீழல்களில் (map projections) காணப்படும் அமைப்பு. படிவம் மற்றும் பரப்பில் ஏற்படும் உருக்குலைவுகள் மட்டுமல்லாமல் பிற இடர்ப் பாடுகளையும் சித்தரிக்கும். கிடைக்கக்கூடிய மிகுதியான நிலவியல் நிலப்படங்கள் (geologic maps) பாறைகளின் உரிய இட அமைப்பினைச் சரிவரக் காட்ட இயலாதபோது தொல் புவியியல் நிலப் படங்கள் திறம்பட விளக்குகின்றன.

பாறைகள், மடிப்பினால் அல்லது பெயர்ச்சிப் பிளவினால் உருக்குலைந்து இடம் மாறும்போது ஒவ்வொரு மடிப்பு மற்றும் பெயர்ச்சிப் பிளவில் எதிரெதிர்ப் பக்கப் புள்ளிகளின் திசையும் மாற்றமடையும். ஒரு கண்டம் மற்றவற்றை விடப் பெருமளவில் நகர்ந்தாலோ, பெரிய மலைத் தொடர் அழுத்தத்திற்கு உட்பட்டு உயர்ந்தாலோ, உருக்குலைவுக்கு முன்பைவிடப் பெரிய மாற்றத்திற்கு உட்படுகின்றன. பாறைகளின் முதன்மையான உரிய இடத்தினை (original relative position) நிலப்படங்களின் மூலம் விளக்குவதுண்டு. பொதுவாக, தொல்புவியியல் படத்தில் பெரும்பாலும் பெரிய அளவில் தவறுகள் உள்ளமையால் இக்காலப் புவியியல் சார் (geographic) நிலப்படங்களே பெரிதும் பயனாகின்றன.

தொல் புவியியல் நிலப்படங்கள். எளிய தொல் புவியியல் நிலப்படங்கள், நிலம் மற்றும் கடலின் பரவலினைக் காட்டுகின்றன. ஓர் குறிப்பிட்ட கால நிலத்தின் மூலத் (source land) தன்மையினைப் படிவுப் பாறைகளின் (sedimentary petrology) விளக்கம் மூலம் கணிக்க முடிகிறது. அலைச் சலனம், குறுக்குப் பாறையடுக்குப் பதிவுகள், பாய்ந்தோடிய தடம், துகள் மற்றும் உயிரினங்களின் நீட்சி போன்ற படிவுற்றவற்றின் அமைப்புகளின் படிவு, திசைப்போக்கு ஆகியவை, தொல் வானிலையியலின் சிறப்பியல்புகளை, நீரோடை, நீரோட்டம் ஆகிய காற்றின் திசையினைப் பற்றிய விபரங்களை அளிக்கின்றன. ஏற்றமடைந்த (elevation of land) நிலப் பகுதியும், கடலடி சம உயரக் கோடுகளினால் உயர்வும், இன்றைய புவியியல் வரைபடத்தில் காட்டப் படுவதைப் போன்று வண்ணங்களினாலும், நிறத்திண்மை யினாலும் (shade) வேறுபடுத்திக் காட்டப்படுகின்றன.

தொல் நிலப் படங்கள், கடந்த காலத்தில் மேல்பரப்பில் காணப்படும் பாறையின் பாங்கமைப்பை (pattern) விவரித்து நிலஅமைப்பினை பற்றிய அறிய உறுதுணை புரிகின்றன.

தொல்பாறை இயற்பிய நிலப்படங்கள் (paleolithologic maps) படுகையின் அடியிலுள்ள படிவுகளின் பாங்கமைப் பினை விளக்கி, பாறை கடல் ஆழத்தில் பெரும் அலைகளின் செயலினால் அல்லது சிறு அலைகளினால் அல்லது அகன்ற (shores) நீர் நிலைகளினால் படுகையின் அடியில் படிவுகள் படிந்திருக்கும் என ஊகமாகக் கூறுகிறது. சமகோடு படிவுப் பாறைப் பண்புகள் பல பண்பு அளவுகளினால் (parameter) உருவாக்கப்படுகின்றன

தொல் சூழ்நிலையியல் (paleoecology) பாறை அடுக்கில் காணப்படும் உயிரினங்களின் மூலம் ஆராயப்படுகிறது. இது படிவுகாலச் சூழலினை அறிய உதவுகிறது.

இத்தகு ஆய்வுகளின் மூலம், பிற தரவுகளின் (data) உதவியால் கடலின் ஆழத்தையும், அதன் நீரோட்டப் போக்கினையும் அறிந்து கடல் ஆழ அளவினைக் கடல் ஆழ அளவு நிலப்படங்கள் மூலம் (bathymetric maps) கண்டறியலாம். மேலும் இவை பாறை வகைகளினை ஒப்பிடவும், பாறைகளின் ஏற்ற அளவினைக் கண்டறியவும், ஆழ் படிவுப் பகுதிகள், அதன் நிலைப்புத்தன்மை (stability) மற்றும் நிலலைவு (tectonism) பற்றி அறியவும் உதவுகின்றன.

அடுக்கவியல் வரைபடங்கள். வட்டார அடுக்கியல் (stratigraptic) பரவினைப் பற்றி, குறிப்பாக ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் உண்டான பாறையின் தடிப்பினைப் பற்றித் தொல்புவியியல் ஆய்வுகள் திறம்பட விளக்குகின்றன. இரு படிவுப் பகுதிகளுக்கு இடையேயுள்ள படிவுப் பாறைகளின் தடிப்புகளைச் சம தடிப்புப் பாறை நிலப் படங்களின் (isopacl map) மூலம் அறியலாம்.

பாறைப் பரப்பு நிலப் படங்கள் (lithofacies map) ஓர் அடுக்கவியல் காலஇடைவெளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாறை அடுக்கிலுள்ள பல் வகையான பாறைகளின் விகிதத்தினைக் கணக்கிட உதவுகின்றன. தொல் பாறையியல் நிலப்படங்கள் ஓர் தனிப்பட்ட பாறைப் பரப்பைப் பற்றி அறிய உதவுகின்றன. பாறைப் பரப்பு நிலப்படங்களின் மூலம் மணல்-வண்டல் வீதம், கால்சியம் கார்பொனேட்-கால்சியம் மக்னீசியம் கார்போனேட் வீதம், நிலஞ் சார்ந்த படிவு, உள்நாட்டைச் சார்ந்த வீழ் படிவு வீதம் ஆகியவற்றை அறியலாம். மேற்கூறியவற்றின் சராசரி அக்காலத் தன்மையினை உயர்த்தும் சில மூலங்கள் (load sources), அதன் ஆழம் போன்ற நிலவியல் காரணிகளுக்கும் சான்று அளிக்கின்றன. சம கால அமைப்புகளைக் கணிப்பது கடினமாதலால் பாறைப் பரப்பு நிலப் படங்கள் மூலம் பாறைப் பரவல்கள் கண்டறியப்படுகின்றன.

நில உணவு விளக்கம். தொடர்ச்சியான தொல் புவியியல் நிலப் படங்கள், நில உலைவு விளக்கத்திற்கு (tectonic interpretection) அடிப்படையான பாறை ஆய்வு மற்றும் விளக்கங்களினால் பல தன்மை மாறுதல்களின் பரவலைச் சிறப்பாகக் காட்டுகின்றன. கடல் இயக்கங்கள் விளைவாக, கடல் மட்டத்தின் உயர்வு மற்றும் தாழ்வினால் கடல் பரப்பு விரியும் அல்லது சுருங்கும். பெரும் அளவிலான கடல்பரப்பு ஒரு சில அடி உயர்ந்திருந்தாலும், பெரும்பாலான கடல் நீர், நிலத்தினுள் சென்றடையும். உருகி வழிந்தோடும் பனியாற்றின் நீரும் இத்தகு மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. சில சமயங்களில் பெருங்கடல் படுகையின் அமைப்பில் மாற்றம் ஏற்படும்போது இது நிகழக்கூடும். புவியின் மேலோடு கடலோரப் பகுதிகளால் அமிழ்ந்திருப்பின் கடல் விரிவடையும். அப்பகுதி உயர்ந்திருப்பின் கடல் பின்னடைவு அடைகிறது. இத்தகு முரணான போக்கினால் (warping movement) நில ஏற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் புவிமேலோட்டு நகர்வு (epeirogenic) எனக் குறிப்பிடுவர். கடலாக்க இயக்கங்கள் உலகம் முழுவதும் நிகழ்கின்றன. ஆனால் நிலப்பகுதி இயக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அல்லது பகுதியில் (provincial) நிகழக்கூடும். இவ்விரண்டு இயக்கங்களுக்கும் இடையே உள்ள சமநிலையை பொறுத்துக் கடல் மற்றும் நிலத்தின் பரவல் ஏற்படுகிறது.

- கே.ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

துணைநூல். Mariand, P. Billings, *Structural Geology*, Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi, 1987.

தொல் மெல்லுடலிகள்

மெல்லுடலிகள் உலகம் முழுவதும் பரவியுள்ள ஒரு விலங்கினக்குழுவாகும். இவை கடலில் 34,000 அடி ஆழம் வரையிலும், கடல் மட்டத்திலிருந்து 12,000 அடி உயரமுள்ள மலைகள் வரையிலும் வாழும் சிறப்புக்கொண்டவை. ஆறு வகுப்புகளைக் கொண்ட இத்தொகுதி உயிரினங்கள் உடலின் மேற்புறத்திலோ உடலினுள்ளோ சுண்ணத்தாலான ஓட்டினைக் கொண்டவை. இவற்றின் ஓடுகளே இவ்வுரிகளின் காலங்காட்டிகளாகப் பயன்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 1,20,000 விலங்கினங்களைக் கொண்ட இத்தொகுதியில் 40,000 வகைகளுக்கும் மேல் மரபற்றுப் போயின.

கீழ்நிலை மெல்லுடலிகளின் புதைபடிவங்கள் மிகக்குறைவான எண்ணிக்கையிலேயே கிடைத்துள்ளன. உடலின் அனைத்து ஓடுகளும் கிடைக்கப்பெறவில்லை. கேம்பிரியன் காலம் முதல் மெல்லுடலிகள் வாழ்ந்து வருகின்றன. என்பதைப் புதைபடிவச் சான்றுகள் உரைக் கின்றன. கீழ்நிலை மெல்லுடலியான ஏப்ளகோ.்.போரா வகுப்பைச் சார்ந்த உயிரினங்கள் எவையும் புதைபடிவங் களாகக் கிடைக்கவில்லை. ஆனால் பாலிபிளகோ.்.போரா வகுப்பில் அடங்கிய பண்டைக்கால விலங்கின ஓடுகள் அமெரிக்கப் படுகைகளில் கிடைத்துள்ளன. இவ்வோடுகள் செருகிய மென்தகடுகள், பொருத்துவாய் மென்தகடுகள் ஆகியவை இராமையால் இக்கால கைட்டான் வகை உயிரிகளின் ஓடுகளிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. ஆர்டோவி சியன் காலத்தில் பிரிஸ்கோ கைடான், சைலூரியன் காலத்தில் ஹெல்மின்தோ கைட்டான், கார்பானி.்.பெரஸ் காலத்தில் கிரி.்.போகை டான் போன்றவையும் இதுவரை கிடைத்துள்ள கீழ்நிலைப் பாலிபிளகோ.்.போரா வகுப்பைச் சார்ந்த தொல்லுயிரி களாகும்.

இக்காலத்தில் 200க்கும் மேற்பட்ட இனங்களைக் கொண்ட ஸ்காபோபோடா வகுப்பில் சுமார் 300க்கும் மேற்பட்ட புதைபடிவ இனங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இக்காலத்தில் காணப்படும் டெண்டாலியம் எனும் இனம் ஆர்டோவிசியன் காலத்திலேயே தோன்றியதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். கிரேட்டேசியஸ் காலத்துக்கு முற்பட்ட பாறைகளில், மிகக் குறைவான அளவே இவ்வகைப் புதைபடிவங்கள் கிடைத்துள்ளன. ஆனால் பேலியோசோயிக், மீசோசோயிக் காலங்களில் இவ்வகையைச் சார்ந்த புதைபடிவங்கள் மிகுதியாகக் கண்டெடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பெரும் வேறுபாடுகளைக் கொண்ட ஓட்டினையும், நன்னீர், கடல்நீர், நிலம் ஆகிய அனைத்துப் பரப்புகளிலும் வாழும் தகவமைப்பையும் கொண்டவை வயிற்றுக் காலிகள் (Gastropoda) வகுப்பைச் சார்ந்த மெல்லுடலிகளாகும். இவற்றுள் ஏறத்தாழ 15,000 இனங்கள் புதைபடிவங்களாகக்

கிடைத்துள்ளன. கேம்பிரியன் காலத்தின் தொடக்கத்தில் தோன்றி இன்று வரை இவ்வகுப்பின் உயிரினங்கள் நிலைபெற்றுள்ளன.

பேலியோசோயிக் காலத்தில் வாழ்ந்தவற்றில் பெரும்பாலானவை துணைவரிசை ஆஸ்பிடோபிராங் கியாவைச் சார்ந்தன. கூம்பு வடிவ ஓட்டினையும், உள் சுற்றுகளையும் கொண்டு குதிரைக் குளம்பு வடிவத் திறப்பினைப் பெற்றவை பாடில்லா இனமாகும். இவை பிளியோசீன் பருவம் முதல் இன்று வரை வாழ்வனவாகும். பட்டைகளையும், கோணச் சுழற்சி ஓடுகளையும், நீள்வட்ட வடிவத் திறப்பினையும் பெற்ற முர்ஷிசோனியா என்பவை டிவோனியன் பருவம் முதல் டிரையாசிக் பருவம் வரை வாழ்ந்தவை. கார்போனிபெரஸ் காலத்தில் கண்டெடுக் கப்பட்ட மற்றொரு முக்கிய இனம் பெல்லெரோ∴பென் ஆகும். கோளவடிவமும், கோடு அல்லது கோடற்ற சுழற்சியும் இவ்வினத்தில் காணப்பட்டன.

வயிற்றுக்காலிகளின் புதைபடிவங்களில் மிகப் பழமையானவை என்று கருதப்படுவை சினெல்லா, ஹெல்சியோனெல்லா, பெலாஜில்லியா என்பன. கேம்பிரியன் காலத்திய வயிற்றுக்காலிகளின் ஓடுகள் எழிலற்றுக் காணப்படுகின்றன. ஆர்டோவிசியன் காலத்தில் ஒன்பது குடும்பங்களும், சைலூரியன் காலத்தில் எட்டும், டிவோனியன் காலத்தில் இரண்டும், கார்போனி∴பெரஸ் காலத்தில் ஒன்றும், பெர்மியன் காலத்தில் மூன்றும் தோன்றியிருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

மீசோசோயிக் யுகத்தில் வயிற்றுக்காலிகள் மிக வேகமாகத் தோன்றத் தொடங்கின. நெரிடிடே, ஹாலியோடிடே ஆகிய குடும்பங்கள் பரவின. கிரேட்டேசியஸ் காலத்தின் இறுதியில் ஹாலியோடிடே, டிரோகோநெமடியே ஆகிய குடும்பங்களைச் சார்ந்த உயிரிகள் மரபற்றுப் போயின.

சீனோசாயிக் யுகத்தில் வயிற்றுக்காலிகள் பெரும்பான்மையைப் பெற்றிருந்தன. ஆய்பிடோபிராங்ஸ், சிற்றின வகைகளாகப் பிரியவில்லை என்றாலும் எண்ணிக்கையில் மிகுந்து காணப்பட்டது. லிம்னியா, பிளனார்பிஸ் போன்றவை, இக்கால உயிரிகளை ஒத்திருந்தன.

நடு கேம்பிரியன் காலத் தொடக்கத்தில் தோன்றிய கலப்பைக் காலிகள் (Bivalvia) எனும் வகுப்பைச் சார்ந்த இனங்கள், சம பற்களைக் கொண்ட ஓடுகளைக் கொண்டிருந்தன. சைலூரியன் மற்றும் டிவோனியன் பாறைகளில் இவ்வகுப்பைச் சார்ந்த புதைபடிவங்கள் நன்னீர் உயிரிகளாகவும், பின் டிவோனியன் காலத்தவை உவர்நீர் உயிரிகளாகவும் இருந்தன. பேலியோசோயிக் யுகத்தின் முடிவில் சில மரபற்றுப் போயின. மீசோசோயிக் யுகத்தில் புதிய இனங்கள் தோன்றி உலகம் முழுவதும் பரவத் தொடங்கின. ஆர்டோவிசியன் காலச் சுண்ணாம்புப் படிவங்களில் சைலூரியன், டிவோனியன், கார்போனி∴பெரஸ் காலத்திய ஏசெபாலா வரிசையைச் சார்ந்த இனங்கள் இந்தியாவில் கிடைத்துள்ளன. அவற்றுள் அசிகுலேபெக்டன், கோனோகார்டியம் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

மேல் கார்போனி∴பெரஸ் காலப் புள்ளிகளைக் கொண்ட மணற்கற்களில், நுலாவின் புதைபடிவம் குறிப்பிடத்தக்கது. இமாலயப் பகுதிகளில், டிரையாசிக் காலப் பாறைகளில் டயோனெல்லா, ஜெர்வில்லியா, ஹோலோபியா போன்றவையும், பெர்மியன் காலத்திய சைஷோடல், லிமா போன்றவையும் கிடைக்கப் பெற்றுள்ளன. இப்புதைபடிவங்கள் அனைத்தும் பற்களின் அமைப்பு, அம்போவின் அமைவிடம், அம்போவின் சுருள் தன்மை, வளர்ச்சி வளையங்கள் போன்ற பண்புகளில் பெரும் வேறுபாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. வயிற்றுக்காலிகளின் ஓடுகள் சுண்ணாம்புப் பாறைகளின் தோற்றத்திற்கும் காரணமாக இருந்தன. பெனிசில்வேனியன் காலத் தொடக்கத்தில் கலப்பைக்காலிகள் மிகுதியாகக் கிடைக்கவில்லை. அவ்வோடுகள் அரகோனைட்டு எனும் பொருளினால் ஆனவை ஆதலின் காலப்போக்கில் கரைந்திருக்கலாம். கால்சைட் எனும் பொருளினால் ஆனமையால் அதற்குப் பிந்தைய கால உயிரிகளின் ஓடுகள் சிறப்பாகப் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன.

தலைக்காலிகள் மிகப் பழங்காலத்தொட்டே வாழ்ந்துவரும் மெல்லுடலி வகுப்பாகும். இவற்றில் 600 பேரினங்களும், 10,000 இனங்களும் மரபற்றுப் போயிருக்கக்கூடும் எனம திப்பிடப்பட்டுள்ளது. இவை பின் கேம்பிரியன் காலத்தில் தோன்றியிருக்கலாம். புவியியல் கால அட்டவணை வரிசையில் இவ்வகுப்பில் நாட்டிலாய்டியா வரிசையே முதலில் தோன்றியதாகும். இவ்வரிசையின் தொடக்கக்கால உயிரிகள் ஓரளவிற்கு வளைந்த கூம்பினைக் கொண்ட ஓடுகளைப் பெற்றிருந்தன. பின்னரே நேரான மற்றும் சுருள் தன்மை கொண்ட ஓடுகளுடன் உயிரிகள் தோன்றின. பேலியோசோயிக், டிரையாசிக் காலங்களில் நேரான ஓடுகளைக் கொண்ட உயிரிகள் முதன்மையாக விளங்கின. கேம்பிரியன் காலத் தொடக்கத்தில் வாழ்ந்த வோல் போர்தெல்லா சால்டெரெல்லா போன்றவை கீழ்நிலை நாட்டிலாய்டு உயிரினங்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

சுருள் ஓட்டையும் சிக்கலான ஓட்டிணைப்பு வரிகளையும் கொண்ட அம்மோனாய்டியா வரிசையைச் சார்ந்த சிற்றினங்கள் டிவோனியன் காலப் பிற்பகுதியில் கிடைத்தன. நாட்டிலாய்டுகளைவிட மெலிந்தும், சுண்ணப்படிவங் களின்றியும் இவை காணப்பட்டன. இவ்வரிசையைச் சார்ந்த உயிரினங்கள் கார்போனி∴பெரஸ் காலத்தில் தோன்றி, பெர்மியன் காலத்தில் சிறப்புப் பெற்று, டிரையாசிக் காலத்தில் மிகை வளர்ச்சி பெற்றவையாகும். தொடக்கத்தில்

எளிமையாக இருந்த ஓட்டிணைப்பு வரிகள், டிரையாசிக் காலத்தில் சிக்கலாக மாறியுள்ளன. பின் வகை ஓடுகள், முள், வரி, முகிழ்ப்பு ஆகியவற்றைக் கொண்ட மீசோசேயிக் காலத்தைச் சார்ந்தவை. அம்மோனிட்டுகள் அனைத்தும் இருபக்கச் சமச்சீரமைப்புக் கொண்டவையாகும்.

- சா. முத்தழகு

தொல்லுயிர்ப் பதிவு

பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்த தாவர, விலங்கு உயிரினங்கள் இறந்து மட்கிப் புதைந்து காணப்படுகின்றன. கால மாற்றத்தினாலும், தட்ப வெப்ப நிலையாலும், அழுத்தத்தாலும் இவை சிறிது சிறிதாகக் கல் போன்று மாறிவிடுகின்றன. உருவம் சிதையாமல் காணப்படும் இவை தொல்லுயிர் பதிவுகள் (fossils) எனப்படுகின்றன. இவற்றின் புதைந்த படிவுகள், உருவ அமைப்புகள் போன்றவை மண்ணில் பொதிந்து பதிவுகளாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றைப் புவியியலமைப்பாளர்கள் கண்டறிந்து அவை வாழ்ந்த காலக்கட்டம், அப்போது நிலவிய காலநிலை, பருவநிலை, வாழ்ந்த பகுதி போன்றவற்றைக் கண்டறிகின்றனர்.

தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் உருவாவதில் சில கால, பருவநிலை மாறுபாடுகள் இன்றியமையாமை பெறுகின்றன. மேலும் இவ்வுயிரிகளின் மேலோடுகள் கடினத் தன்மையுடன் பாக்டீரியா போன்றவற்றால் தாக்கப்படக் கூடியவையாகவும் இருந்திருக்க வேண்டும். நிலப் பரப்பில் காணப்படும் சூழ்நிலையை விட நீர்ப் பகுதிகளில் அதாவது, கடல், ஆறு, குளம் போன்ற பகுதிகளில் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் உண்டாக வாய்ப்புள்ளது.

சில வகையான இறந்த உயிரினங்கள், மெல்லுடலிகளாக இருக்கும்போது அவற்றின் மென்மையான உடற்பகுதிகள் பாக்டீரியாவினால் தாக்கப்பட்டு அழிந்து போகலாம். ஆனால் சில நேரங்களில் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை, பனி மூடிய பகுதியாக இருக்குமானால் இவ்வுயிரிகள் இறந்த பின்னர், பனியில் புதைந்து உடற்பகுதிகள் அழியாமல் காக்கப்படும். இவ்வாறு சைபீரியாவில் உல்லி மம்மோத் (wolly mammoth), சைனோசிரஸ் (Chinocares) போன்றவை கண்டறியப்பட்டுள்ளன. சில பூச்சி இனங்களின் பசை போன்ற நீர்ச் சுரப்பிகள் பதிவுகளாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. ஆம்பர் எனப்படும் இவை மேற்கு ரஷ்யாவில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன.

சில முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்கள் மிகவும் கடினமான மேலோடுகளைக் கொண்டுள்ளன. இவை இறந்து மண்ணில் புதைந்து போனாலும், வெளித் தோற்றம் மாறுவதில்லை. இவற்றின் ஓடுகள் கால்சிய கார்போனேட்டாக உள்ளமையால் அமிலத் தன்மை கொண்ட நீரினால் மட்டுமே இவற்றின் பதிவுகளை அழிக்க முடியும். இவற்றின் மிகச் சிறந்த தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் படிவுப்பாறைகள் உள்ள பகுதிகளில் மிகுந்து காணப்படும். சைனோசோயிக் குழியுடலிகள் (Cenozoic molluss) எனப்படும் உயிரினத்தை இதற்குச் சான்றாகக் கொள்ளலாம்.

கடினமாக ஓடுகளைக் கொண்ட உயிரினங்கள் தட்பவெப்ப நிலை, நிலவேறுபாடுகள் போன்றவற்றால் பாதிக்கப்பட்டு அவற்றின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் அழிந்து விடக்கூடும். கடற்பகுதியில் இறந்து மண்ணில் புதையும் உயிரினங்களின் மேலோடுகள் அழியாமல் இருந்தாலும், அவற்றிலுள்ள நுண்துகள்களின் மூலம் நுண்படிவுகள், துகள்கள் உட்சென்று படிந்து இறுகிவிடுகின்றன. சில சமயங்களில் மேலோடுகளும் அரிக்கப்பட்டு முழுதும் நுண்மண் படிவுகளாகக் காணப்படும் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளைப் புதை படிவுகள் (Fossils) என்றும் குறிப்பர்.

இறந்த கடல்வாழ் உயிரினங்களில் சில அமிலத் தன்மையுள்ள நீர் வகைகளினால் பாதிக்கப்பட்டு அவற்றின் சதைப் பகுதிகள் அமிழ்ந்து கார்பன் வகை வேதிப் பொருள்களாகப் படியத் தொடங்கும். இவை படிப்படியாக முற்றிலும் படிந்து கார்பன் வேதிப் பொருளாக மாறி விடுவதைக் கரியாக்கம் (carbonisation) என அழைப்பர். இவ்வுயிரிகளில் உள்ள ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன்,ஹைட்ரஜன் ஆகியவை முற்றிலும் அழிந்துவிடுகின்றன. நிலக்கரி போன்ற கார்பன் பொருள்கள் உருவாக இந்நிகழ்ச்சி ஒரு காரணமாகும்.

மர வகைகளில் சில இறந்து மண்ணில் மடகிப் போகும்போது அவற்றின் மேல் மரப்பட்டைகள் சிதைந்து சிலிக்காவாக மாறி விடுகின்றன.மரப்பட்டையில் உள்ள செல்லுலோஸ் சிதைந்து உருமாறிச் சிலிக்காவாக இறுகிவிடுகிறது. கல்லாக்கம் ஆன இதனைத் திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டம், அரியலூர் வட்டம், சாத்தனூர் என்னும் சிற்றூர்ப் பகுதிகளில் காணலாம். சில நேரங்களில் மிகு எண்ணிக்கையில் இறந்த உயிரினங்கள் கடல்நீரில் உள்ள அமிலநீரினால் அரிக்கப்பட்டு அவற்றின் தோற்றம் மாறுபட்டுச் சுண்ணாம்புப் பாறைகளாகிவிடுகின்றன. இவை மிகப்பெரிய பரப்பளவிலும் காணப்படும். சில பூசணங்கள், ஒரு செல் உயிரினங்கள் தோற்றுவிக்கும் சிலிக்கா வகைச் சுரப்பிகள் இறுகிச் சால்டொனி மற்றும் குவார்ட்ஸ் ஆக மாறுகின்றன.

இறந்த கடல்வாழ் உயிரினங்களின் மேலோடுகள் சுண்ணாம்பாக இருக்குமானால் அவை சிலிக்கான் பொருளாக மாற்றமடைகின்றன. இது சிலிக்கா ஏற்றம் (silicification) எனப்படுகிறது. மேலோடுகள் சிலிக்கான் பொருள்களாக

இருக்குமானால் அவை சுண்ணாம்புப் பொருளாக மாற்றமடையும் நிகழ்ச்சிக்குக் கால்சிய ஏற்றம் (calcification) என்று பெயர்.

கடின ஓடுகளையுடைய இறந்த உயிரினங்களும், கடின மரப்பட்டைகளை உடைய மரத்துண்டுகளும் புதைந்து பதிவுகளை உருவாக்கி இறுகிய நிலைகளால் கால மாற்றத்தாலும், நீரினாலும் அரிக்கப்பட்டு இடம் பெயர்ந்து அடித்துச் செல்லப்படும். அரிக்கப்பட்ட பின்னும் நிலைத்த குடைவுகளில் நுண்துகள்கள் படிந்து இறுகி இவ்வுயிரிகளின் தோற்றத்தைப் போன்று உருவாகிவிடும்.

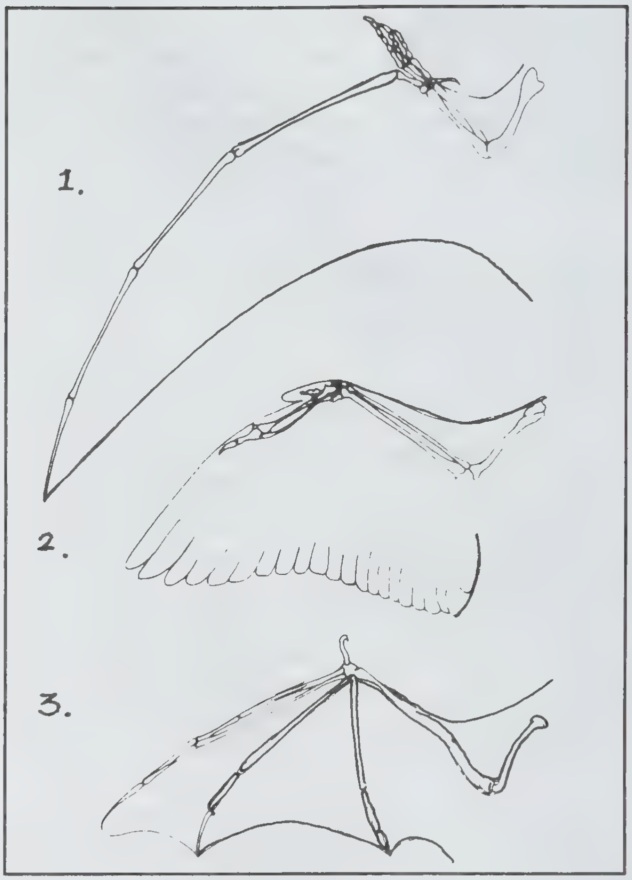
- ச. சுதர்சனம்

துணைநூல். Marland P. Billings, *Structural Geology*, Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi, 1987.

தொல்லுயிரியல்

தொன்மையான உயிர்களைப் பற்றி, அவற்றின் தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு அறிவது தொல்லுயிரியல் (Paleontology) எனப்படும். தொல் தாவரவியல் (palacolliotany) தொல் விலங்கியல் (pakacizoology) என இது இரு வகைப்படும். பழங்காலத்தில் வாழ்ந்து அழிந்து போன உயிரிகள் புவியில் புதைந்து, அவற்றின் உறுப்புகள் மண்ணிலும் கற்களிலும் பதிந்து தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களாக (fosils) இருக்கும். உயிர்களின் தொல்லுயிர்ச் சின்னங்கள் இக்கால விலங்கு, தாவரங்களின் மறுமலர்ச்சியை (evolution) அறிய மிகவும் பயன்படு கின்றன. தொல்லுயிரியல், உயிரியலுக்கு மட்டுமின்றி நிலவியலிலும் ஒரு பகுதியாக விளங்குகிறது. ஒவ்வொரு தொல்லுயிர்ச் சின்னமும், முந்தைய காலங்களில் சில உயிர்கள் வாழ்ந்தன என்னும் கருத்துக்குச் சான்றாக உள்ளது.

ஒரு விலங்கு தொல்லுயிர்ச் சின்னமாக உள்ளமைக்கு முதன்மைத் தேவை உண்டு. விலங்கு, கடினமான புறச் சட்டகம் (exoskeleton) அல்லது அகச்சட்டகத்தைப் (endoskeleton) பெற்றிருக்க வேண்டும். ஏனெனில் மென்மையான உடல் பகுதி உடைந்து சிதைந்துவிடும். ஜெல்லி மீன் போன்ற மெல்லுடல் முதுகெலும்பற்றவை பெரும்பாலும் தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களாகக் காணப்படுவதில்லை. அவ்வாறிருப்பின் அவற்றின் உடற்பகுதிகள் மிகச் சிறு அச்சுகளாக அமைகின்றன. இறந்தவுடன் ஒரு படிவு (deposit) மூலம் விலங்குகள் மூடப்பட வேண்டும். அவ்வாறு மூடப்படாவிட்டால் அது உடைந்து துண்டுகளாகிவிடும். ஆகவே, ஏதேனும் புவிப் பொருள்கள் இறந்த விலங்குகளை மூடிவிடுவதால் இயற்கையிலேயே அவை புதைக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. கடலில் வாழும்



தகவவமைப்புகள்

1. ஊர்னவற்றின் இறகு, 2. பறவை இறகு,
3. வெளவால் இறகு

விலங்குகளில் இச்செயல் எளிதாகும். இறந்ததும் கடலடியில் உள்ள மணல், சேறு ஆகியவற்றால் இவை மூடப்படுகின்றன. ஆனால் நில விலங்குகளில் அவை இறந்ததும் படிவினால் மூடப்படுவது விரைவில் நிகழ்வதில்லை. மேலும் பாக்டீரியா வாயிலாகச் சிதைக்கப்படும்.

காற்றில் வரும் மண், மணல், சாம்பல், தூசி போன்ற பொருள்கள் மூட உதவுகின்றன. மலையின் அருகிலுள்ள மண், கல் ஆகியவை அரிக்கப்பட்டு இறந்த விலங்குகளைப் படிவு போல் மூடுகின்றன. பழங்காலத்தில், நிலச்சரிவு நிலநடுக்கம் எரிமலை வெடித்தல் முதலியவற்றால் ஏற்பட்ட பொருள்கள் பல விலங்குகளை உயிருடனேயே புதைத்துவிட்டன. தொல்லுயிர் ஆய்வாளர்கள் தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களைத் தோண்டியெடுத்து ஆராய்ந்து அவ் வுயிரிகளின் காலம், வேதி அமைப்பு, உருவ அமைப்பு, சூழ் நிலை முதலியவற்றை அறிகின்றனர். தொல் விலங்கு உயிரிகளின் சின்னங்கள் கீழ் வருமாறு பலவாறாக அமைந்துள்ளன.

மாற்றமடையாமல் பாதுகாக்கப்பட்ட முழு உயிரிகள். அரிதாக முழு உடலும் பாதுகாக்கப்பட்டு உயிருடன் இருந்தது போன்ற அதே அமைப்பில் இவ்வகை உயிரிகள் இருப்பதுண்டு. இவற்றில் கண், தோல், குருதி, தசை ஆகியவைகூட அழியாமல் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், இவை உயிருடன் இருக்கும்போது முழுதும் செரிக்காத தாவர உணவுகள் இவற்றின் இரைப்பையில் உள்ளமையைக் கண்டுள்ளனர். முதுகெலும்பற்றவற்றில் அறுகாலிகளின் முழுவுடலும் ஒரு வகைப் பிசினால் மூடப்பட்டுத் தொல்லுயிரிச் சின்னமாக உள்ளமை சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. சைபீரியாவில் இவ்வகைத் தொல்லுயிரிச் சின்னங்களைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

மாற்றமடையாமல் பாதுகாக்கப்பட்ட சட்டகம். பெரும்பாலான தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களில் சட்டகம் மட்டும் மாறாமையைக் காணலாம். எ.டு: மெல்லுடலிகளின் ஓடு, கைக்காலிகளின் (Brachiopoda) ஓடு, இணைக்காலிகளின் கைட்டின் (chitin) தகடு. இவை கால்சியம் கார்பனேட், கால்சியம் ஃபாய்பேட், சல்ஃபேட், சிலிக்கேட் ஆகியவற்றால் ஆனவை. இவற்றில் அறுகாலிகளின் கடினப் பகுதிகள் அம்பர் என்னும் ஒரு வகைப் பிசினால் மூடப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பிசின் பழங்காலத்தில் இருந்து ஊசியிலை மரத்திலிருந்து உண்டானது. இது நீர்மமாகச் சிந்திச் சிறு பூச்சிகளைச் சூழ்ந்து கொண்டதாகவும், நாளடைவில் பிசினாகியதாகவும் கருதுவர். இம்முறையில் பாதுகாக்கப்பட்ட பூச்சிகளான எண்காலிகள் (Arachnids) பலகாலிகள் (Myriapods) ஆகியவை கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன.

மாற்றமடைந்த எஞ்சிய பகுதிகள். பெரும்பாலான தொல்லுயிர்ச் சின்னங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இயல் மற்றும் வேதி மாற்றங்களால் உயிரிகள் உண்மையான முந்தைய தோற்றத்திலிருந்து மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

புதை படிவங்களைக் கொண்டு பண்டைய புவியியல் (palacoglography), புவியமைப்பு அடுக்கு இயல் (Stratigraphy), உயிரிகளின் சூழலியல் (palacoecology) ஆகியவை அறியப்படுகின்றன. புவிப்பகுதிகளில் சிதறுண்டு கிடக்கும் பல புதைபடிவங்கள் மூலம் நிலப்பகுதிகளுக் கிடையில் முற்காலத்தில் நில இணைப்பு இருந்திருக்கலாம் என அறிய முடியும். புதை படிவ ஆராய்ச்சியால் எவ்வ படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள் வெற்றிகரமாகத் தொடர்ந்து நடந்தன என்றும் எவையெவை தோல்வியுற்றன என்றும் உணர முடியும்.

பல யுகங்களையும் காலங்களையும் அக்காலங் களில் இருந்த புவியமைப்பையும் விலங்கினங்களையும் காட்டும் வகையில் ஒரு புவியமைப்பியல் கால அட்டவணையை உருவாக்கியுள்ளனர். புவியமைப்பின் வரலாறு, மிகத் தொன்மையாக விலங்குகளின் யுகம் (archacozoic era), எளிய அமைப்புடைய விலங்குகளின் யுகம் (proterozoic era), இடைக்கால விலங்குகளின் யுகம் (mesozoic era), அண்மைகால விலங்குகளின் யுகம் (cenozoic era) எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் மிகத் தொன்மையான விலங்குகளின் யுகம், எளிய அமைப்புடைய விலங்குகளின் யுகம் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து கேம்பிரியனுக்கு முற்பட்ட காலம் எனப்படும்

- வசந்த்திங்

துணைநூல். C.R. Arnold, *An Introduction to Palacobotany*, Tata McGraw Hill Publicing Company, New Delhi, 1972.

தொல்லுயிரூழி

50 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட தொல்லுயிரூழிக் காலத்தைக் (paleozoic era) கேம்பிரியன், ஆர்டோவிசன், சைலூரியன், டிவோனியன், மிசிசிபியன், பென்சில்வேனியன், பெர்மியன் என ஏழு காலக் கட்டங்களாகப் பிரித்துள்ளனர். வட அமெரிக்காவில் மூன்று கிண்ணப் பாறைகள் (geosynchines) தோன்றியமையும், நிலப் பகுதிகள் அடிக்கடி நீருக்குள் மூழ்கியமையும், பல தொடர் நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டமையும் தொல்லுயிரூழியில் அறியப்பட்டன. இவ்வூழிக் காலத்தில் வாழ்ந்த விலங்கினங்களின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் பாறை அடுக்குகளில் பதிவாகியுள்ளன. கார்பானிஃபெரஸ் காலத்தில் சதுப்பு நிலக் காடுகளும் நிலக்கரிப் பாறைகளும் உருவாயின. பெர்மியன், கார்பானிஃபெரஸ் காலங்களில் நீர்-நில வாழ்விகள் ஓங்கியிருந்தன. டிவோனியன் காலத்தில் மீன்களும், சைலூரியன், ஆர்டோவிசன், கேம்பிரியன் காலங்களில் முதுகெலும்பற்ற விலங்கினங்களும் செழித்திருந்தன. தொல்லுயிரூழி ஏறத்தாழ 30 கோடி ஆண்டுகள் நீடித்திருந்தமை நிலவியலாரால் அறியப்பட்டுள்ளது.

பெயர்க்காரணம். 'Paleozok' என்னும் கிரேக்கச் சொல் உயிர் வாழ்க்கையின் தொடக்கம் (ancient life) எனப் பொருள்படும். உயிரினங்களின் தோற்றத்தையும், அவை தோன்றிய காலத்தில் உண்டான பாறைகளையும் தொல்லுயிரூழி விவரிக்கிறது. இவ்வூழிக் காலத்தின் மூன்றில் இரண்டு பங்குக் காலத்தை உயிரினங்கள் வாழ்ந்த காலமென்றும் (evident life) மூன்றில் ஒரு பங்குக் காலத்தை உயிரினங்கள் வாழ்ந்திராத காலமென்றும் (non evident life) பிரிக்கின்றனர்.

உயிரினங்கள் வாழ்ந்திருந்த காலத்தில் தோன்றிய தாவர விலங்கினங்களின் தொல் படிமச் சான்றுகள்

பாறையடுக்குகளில் காணப்படுகின்றன. உயிரினங்கள் வாழ்ந்திராத காலத்தில் உண்டான கரிமப் பொருள்கள் பாறையடுக்குகளில் படிந்துள்ளன.

தொல்லுயிரூழிப் பாறைப் படிமங்கள். இக்காலப் பாறைகளில் கடல் சார்பான வண்டலே படிந்துள்ளது. பாறைப் படிமங்கள் கடல்வாழ் முதுகுத்தண்டற்ற விலங்கினங்கள் ஓங்கியிருந்த நிலையை விளக்குகின்றன. பின்னர் நீர்-நில வாழ்விகள், அடிநிலை, ஊர்வன, பூச்சிகள் முதலிய விலங்கினங்கள் வாழ்ந்தன என்பதையும் பாறைப் படிமச் சான்றுகள் உணர்த்துகின்றன.

தொல்லுயிரூழியின் நடுவில் மீன்கள் தோன்றினவென்றும், இறுதியில் நிலத் தாவரங்கள் தோன்றினவென்றும் நிலவியலார் கருதுகின்றனர். முதன்முதலில் தோன்றிய காடுகள் அனைத்தும் அழிந்துவிட்டமையால்தான் உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் நிலக்கரிப் பாறைகள் அமைந்தன. தொல்லுயிரூழிக் காலப் படிமச் சான்றுகள் உலகின் அனைத்துக் கண்டங்களிலும் நன்கு அமைந்துள்ளன. கேம்பிரியன் காலத் தொடக்கத்தில் மிகுதியான கடல்வாழ் முதுகுத் தண்டற்ற விலங்கினங்களும், சைலூரியன் காலத்தில் தேள்களும், டிவோனியன் காலத்தில் நீர்-நில வாழ்விகளும், கார்பானி∴பரஸ் காலத்தில் பல வகை ஊர்வனவும் வாழ்ந்தமையைத் தொல்லுயிரிப் படிமச் சான்றுகள் அறிவிக்கின்றன.

உயிரினங்கள் வாழ்ந்திராத காலப் பாறைகள் 300 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றின. அப்பாறைகளில் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களோ, தொல் தாவரப் படிமங்களோ காணப்படவில்லை. சுப்பீரியர் ஏரிக்கு வடக்கே அமைந்த ஹரோனியன் சிலிக்காப் பாறைகளில் நீலப் பச்சைப் பாசி, பூசணக் காளான் ஆகியவற்றின் நுண்ணிழைகள் காணப்படுகின்றன. கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமங்களைப் (radioactive isotopes) பயன்படுத்தி அப்பாறைகள் 500,000,000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவை எனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இவற்றில் பாசிப் பாறை முனைகள் உருவாகியுள்ளன. புழுக்களின் உறைவிடக் குழிகளும் அவை சென்ற அடையாளங்களும் பெல்சியன் பாறைகளில் பதிவாகியுள்ளன.

கேம்பிரியன் காலத்துக்கு முன்னர், அதாவது 1,000,000,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்திருந்த உயிரினங்கள், படிமலர்ச்சியால் வேற்றுமை அடைந்தன வென்றும், கேம்பிரியனுக்கு முற்பட்ட பாறைகளில் கார்பன் என்னும் கரிப்பொருள் வண்டல் படிவில் சேர்ந்ததென்றும் சான்றுகள் தெரிவிக்கின்றன. கேம்பிரியன் கால மையத்தில் தொடக்கக் கால உயிரினங்கள் வாழ்ந்தனவென்று பிரிட்டிஷ் கொலம்பியாவில் காணப்படும் பர்கெஸ் வண்டல் படிவின் (Burgess shale) வாயிலாக அறியப்பட்டது. அந்த வண்டலில் 70 இனங்களைச் சேர்ந்த 130 உயிரினங்களின் மெல்லிய உடல்கள் பதிவாகியுள்ளன. அவ்வுயிரினங்கள் துளைத் தோலுடலி,ஜெல்லி மீன், கடல் வெள்ளிரி, அடிநிலைக் கணுக்காலி ஆகியனவாகும்.

கேம்பிரியன் காலத் தொடக்கத்திலமைந்த பாறைகளில் கைடின், பாஸ்∴பேட் கடினப் பொருள்களாலான புறச் சட்டகங்கள் உள்ளன. கேம்பிரியன் காலத்திற்கு முற்பட்ட கடலில் அவை வாழ்ந்திருக்கலாமென டேய்ஸ் என்பார் கருதுகிறார். கொன்றுண்ணும் பழக்கத்தை மேற்கொண்ட விலங்கினங்கள் கேம்பிரியன் காலத் தொடக்கத்தில் தோன்றின. அவற்றிடமிருந்து தப்புவதற்காக வலிமையான புறச் சட்டகக் கவசத்தைப் (protective armour) படிமலர்ச்சியில் காரணமாகப் பிற விலங்கினங்கள் பெற்றன.

மூன்று கிண்ணப் பாறைகள். கேம்பிரியன் காலத்துக்கு முற்பட்ட கால இறுதி, தொல்லுயிரூழியின் தொடக்கம் ஆகிய இரு காலக் கட்டங்களுக்கும் இடைப்பட்ட புவியின் தொன்மையான வரலாற்றை நில அரிப்புகள் அழித்துவிட்டன. தொல்லுயிரூழியின் தொடக்கம் தொட்டே ஆழம் குறைந்த கடல் நீர் நிலப்பரப்பை மூடியிருந்தது. அப்போது வட அமெரிக்காவில் மூன்று கிண்ணப் பாறைகள் உருவாயின. அவை அப்பலாச்சியன் கிண்ணப் பாறை, கார்டிலெரன் கிண்ணப்பாறை, அவாசிட்டா கிண்ணப் பாறை ஆகியவையாகும்.

மெக்சிகோ வளைகுடா தொடங்கி லேப்ரேடர் வரை அப்பலாச்சியன் கிண்ணப் பாறை நீண்டிருந்தது. ஆர்க்டிக் துருவக் கடல் தொடங்கித் தென் கலி∴போர்னியா வரை கார்டிலெரன் கிண்ணப் பாறை பரவியிருந்தது. அவாசிட்டா கிண்ணப் பாறையின் எல்லைக்குள் டெக்சாஸ், ஒகலஹோமா, வட மெக்சிகோ ஆகிய நிலப்பரப்புகள் இருந்தன.

தொடர்ந்து ஏற்பட்ட வெள்ளப் பெருக்கால் இம்மூன்று கிண்ணப் பாறைகளும் நீருக்குள் மூழ்கிப் போயின. அருகமைந்த நில அரிப்பினால் கிண்ணப் பாறைகளின் மேல் வண்டல் படிந்தது. அவாசிட்டா கிண்ணப் பாறை நடுக்கடலுக்குள் மூழ்கிப் போனது. நீரற்ற வறண்ட நிலப்பகுதிகளாக அமைந்தவை அட்லாண்டிக் கடற்கரை, பசிபிக் கடற்கரை, வளைகுடாக் கடற்கரை ஆகியவையாகும்.

நிலப்பகுதிகள் நீருக்குள் மூழ்குவதும், தோன்றுவது மான தொடர் நிகழ்ச்சிகள் கேம்பிரியன், ஆர்டோவிசன், சைலூரியன், டிவோனியன் ஆகிய காலக்கட்டங்களில் குறிப்பிடும்படியாக நிகழவில்லை. ஆனால் கார்பானி∴பெரஸ் காலக்கட்டத்தில் இந்நிகழ்ச்சிகள் மிகுதியாக ஏற்பட்டுப் பெர்மியன் காலம் வரை நீடித்தன. அதன் விளைவாக அப்பலாச்சியன் கிண்ணப் பாறை பெரிதும் உயர்ந்தெழுந்தது.

பனிக்கட்டி மூடிய நிலை. தொல்லுயிரூழியின் இறுதியில் அப்பலாச்சியன், ஹெர்சினியன் ஆல்ப்ஸ் போன்ற மலைகள் உருவாயின. எப்பொழுதும் ஏற்பட்டிராத அளவு, நிலப்பகுதியைப் பனிக்கட்டிகள் மூடி மறைத்தன. தென் துருவ வெப்பப் பகுதிகளான ஆஸ்திரேலியா, டாஸ்மேனியா, இந்தியா, ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா ஆகியவை பனிக்கட்டிகளில் மூழ்கியிருந்தன. இந்தியாவின் நிலப்பரப்பு, கடல் மட்டம் வரை பனிக்கட்டிகளால் மூடிப்பட்டிருந்தது. மேற்கு அமெரிக்காவில் கிடைக்கின்ற உப்பு, ஜிப்சம் படிவுகளிலிருந்து தொல்லுயிரூழிக் காலத்தில் அனைத்து இடங்களிலும் காற்றோட்டம் பரவியிருந்த நிலையை அறிய முடிகிறது.

கேம்பிரியன் காலம். வேல்ஸ் என்னும் ஊரின் பெயரைக் குறிக்கும் பழைய ரோமானியப் பெயரே கேம்ரியா, கேம்பிரியன் காலப் பாறைகளை முதன்முதலில் வேல்ஸ் என்னும் ஊரில்தான் அடையாளம் கண்டனர். தொல்லுயிரூழியின் முதல் காலக்கட்டமான கேம்பிரியன் காலம் ஏறத்தாழ 500,000,000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டதென்பர்.

கேம்பிரியன் காலத்தில் வாழ்ந்த விலங்கினங்களில் பெரும்பான்மையானவை டிரைலோபைட் கணுக்காலி களாகும். பல்வேறு வாழ்க்கை முறைகளைப் பின்பற்றி அவை வாழ்ந்தன. அதே காலக்கட்டத்தில் வாழ்ந்த மற்றொரு விலங்கினம் பிராக்கியோபாட் மெல்லுடலிகளாகும். துணையுடை முதலுயிரி, துணைத்தோலுடலி, ஜெல்லி மீன், கடற் சாமந்தி முதலான விலங்குகளும் கேம்பிரியன் காலத்தில் வாழ்ந்தன. பவளக் குழிக் குடலிகள் காணப்பட வில்லை. நத்தைகள் படிமலர்ச்சியில் முன்னிலையில் இருந்தன.

கடலில் வாழ்ந்த முதுகெலும்பற்ற விலங்கினங்களில் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் கேம்பிரியன் காலப் பாறைகளில் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. கேம்பிரியன் காலத் தாவரங்களின் பகுதிகளும் பாறைகளில் பதிவாகியுள்ளன. பாசிகள் மிகுதியாகக் காணப்பட்டமையால் கடல் வாழ் விலங்கினங்களின் உணவுத் தேவை முற்றிலும் நிறை வேறியமையும் தெளிவாகிறது.

கேம்பிரியன் காலப் பாறைகள் மணல் கற்களாலும், உருண்டைக் கற்களாலும், வண்டல் களிமண்ணாலும், சுண்ணாம்புக் கற்களாலும் உருவாகியிருந்தன. உலகின் சில பகுதிகளில் கேம்பிரியன் காலப் பாறைகள் அமைந்துள்ளன. வட அமெரிக்காவில் இப்போது காணப்படும் பெரும் பாலான நிலப்பகுதிகளைக் கிழக்கு, மேற்குக் கரைகளின் வழியாகக் கேம்பிரியன் கடல் மூடியிருந்தது. எனவேதான் வட அமெரிக்கப் பாறைகள் மிகவும் அடர்த்தியாக அமைந் துள்ளன.

ஆர்டோவிசன் காலம். தொல்லுயிரூழியின் இரண்டாம் காலக்கட்டம் ஆர்டோவிசன் ஆகும். அது 500,000,000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டதென்றும், 75 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை நீடித்ததென்றும், வேல்சில் வாழ்ந்த ஆர்டோவிசஸ் பழங்குடிகளைக் குறிக்கும் சொல்லிலிருந்து ஆர்டோவிசன் காலப் பெயர் வந்திருக்குமென்றும், ஆர்டோவிசன் காலப் பாறைகள் வேல்சில்தான் முதன்முதலில் அமைந்தன வென்றும் கூறுகின்றனர்.

கடல் வெள்ளப்பெருக்கு பெரும்பாலான நிலப்பகுதி களை மூடியமையால் ஏற்பட்ட வண்டல் படிவில் மணல் கற்களும், களி மண்ணும் சேர்ந்து கரையோரங்களில் பாறைகளை உருவாக்கின. கரைகளுக்கு அப்பால் அமைந்த வண்டல் படிவில் சுண்ணாம்புக் கற்கள் சேர்ந்தன. ஆர்டோவிசன் காலத்தில் வாழ்ந்த ஆயிரக்கணக்கான விலங்கினங்களில் சில இன்றும் வாழ்கின்றன. முதுகெலும்பற்ற தொல்லுயிர்ப் படிமங்களில் குறிப்பிடத் தக்கவை மெல்லுடலி, அடிநிலை மீன் ஆகியவையாகும்.

உலகின் பல்வேறு பகுதிகளில் காணப்படும் ஆர்டோவிசன் காலப் பாறைகளிலிருந்து கறுப்புச் சிலேட்டுப் பாறையடுக்கு, கட்டிடக் கல், சிற்பம் செதுக்குவதற்கான பளபளப்புக் கல், கண்ணாடி மணல், வேதிச் சுண்ணாம்பு, சிமெண்ட், மாங்கனீஸ், துத்தநாகம், ஈயம், ஃபாஸ்ஃபேட் ஆகிய பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. மைய அமெரிக்க ஆர்டோவிசன் காலப் பாறைகளிலிருந்து எரிவளிமமும் எரிபொருள் எண்ணெயும் கிடைக்கின்றன.

சைலூரியன் காலம். இது 425 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தொடங்கி, 20 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை நீடித்தது கிரேட் பிரிட்டனில் வாழ்ந்த சைலூர் என்னும் பழங்குடிகள் வாழ்ந்த இடத்தில் அமைந்த பாறைகளைக் குறிப்பதற்காகச் சைலூரியன் என்னும் சொல் ஆளப்பட்டது.

சைலூரியன் காலப் பாறைகளில் தொடக்கக்கால மீன்களின் நன்கமைந்த தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் கிடைக்கின்றன. சைலூரியன் பாறைகளில் மெல்லுடலி, பவளக் குழிக்கடலி, டிரைலோபைட் கணுக்காலி, முட் தோலுடலி ஆகியவற்றின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் காணப்படுகின்றன.

சைலூரியன் காலப் பாறைகள் உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் அமைந்துள்ளன. இப்பாறைகளில் சுண்ணாம்புக் கல், சுண்ணாம்பு, மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் கார்போனேட்டுகள், மணல் கல், களிமண் வண்டல் ஆகியவை கலந்துள்ளன. வடகிழக்கு அமெரிக்கப் பாறைகளில் உப்பும், ஜிப்சமும் படிந்துள்ளன. வட அமெரிக்கப் பாறைகளில் பெட்ரோலியம் கிடைக்கிறது. டோலோமைட்டுகளைத் தகர்த்தெடுத்துச் சுண்ணாம்பு, மக்னீசியம் ஆகியவற்றின்

கார்போனேட்டுகளைப் பெறுகின்றனர். ஸ்பெயின் நாட்டில் அமால்டன் என்னும் ஊரிலுள்ள சைலூரியன் காலப் பாறைகளிலிருந்து பாதரசம் பெறப்படுகிறது. சைலூரியன் கால இறுதியில் கலிடோமன் எரிமலை உண்டானது. அது வட கிழக்கு ஐரோப்பா, ஆசியாவின் சில பகுதிகள் ஆகியவற்றிலிருந்த மலைகளைப் பாதித்தது.

டிவோனியன் காலம். 400 மில்லியன் ஆண்டு களுக்கு முற்பட்ட டிவோனியன் காலம் 60 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை நீடித்தது. தென் மேற்கு இங்கிலாந் திலுள்ள டிவோன்ஷைர் என்னும் ஊரில் டிவோனியன் காலத்திலமைந்த பாறைகளை முதல்முதலில் கண்டுபிடித்த மையால் டிவோனியன் என்னும் காலப் பெயர் பெறப்பட்டது. டிவோனியன் காலத்தை மீன்கள் ஓங்கிய காலம் (age of fishes) என்பர். நில வரலாற்றில் முதன் முறையாக நன்னீர், கடல்நீர் மீன்கள் இக்காலக்கட்டத்தில்தான் மிகுதியும் தோன்றின. பவளக் குழிக்குடலி, மெல்லுடலிப் போன்ற முதுகுத் தண்டற்ற விலங்கினங்கள் வாழ்ந்தன. அடிநிலையிலுள்ள முதல் நீர்-நில வாழ்விகள் முதல் முறையாக நிலத்தின் மேல் தோன்றின. டிவோனியன் பாறைகளில் நிலத் தாவரங்களின் தொல்படிமங்கள் உள்ளன.

டிவோனியன் பாறைகள் உலகெங்கும் அமைந்துள்ள களிமண் வண்டல், சுண்ணாம்புக் கல், மணல் கல், உருண்டைக் கல் ஆகியவை சேர்ந்த டிவோனியன் பாறைகளை உருவாக்கியுள்ளன. டிவோனியன் காலப் பாறைகளில் இரண்டு பாறைகள் சிறப்பு வாய்ந்தவை. ஒன்று தொல் சிவப்பு மணற்கல் பாறை (old red sand stone) என்னும் பிரிட்டன் நாட்டுப் பாறையாகும். மற்றொன்று, அதே காலக்கட்டத்தில் வட அமெரிக்காவின் நியூயார்க்கில் அமைந்த டிவோனியன் பாறையாகும். இப்பாறையிலிருந்து பெட்ரோலியம் எடுக்கப்படுகிறது.

கார்பானிஃபெரஸ் காலம். இங்கிலாந்து, பெல்ஜியம், ஜெர்மன், வட அமெரிக்காவின் அப்பலாச்சியன் பகுதி ஆகிய இடங்களில் முதன் முதலில் அமைந்த சதுப்பு நிலக்காடுகள் நிலக்கரிப் பாறைகளை உருவாக்கின. இப்பாறைகளில் தோண்டியெடுக்கப்படும் நிலக்கரி உலகின் மூன்றில் இரண்டு பங்குத் தேவையை நிறைவு செய்கிறது. நிலக்கரிப் பாறைகள் தோன்றிய காலத்தை ஐரோப்பியாவில்கார்பானிபெரஸ் காலம் என்பர். வட அமெரிக்காவில் கார்பானிரெஸ் காலத்தைப் பென்சில்வேனியன், மிசிசிபியின் என இரண்டு காலக் கட்டங்களாகப் பிரித்துள்ளனர்.

பென்சில்வேனியன் காலம். வட அமெரிக்க நிலவியல் கணிப்பின்படி பென்சில்வேனியன் காலம் 300 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டதென்றும், 30 மில்லியன் ஆண்டுவரை அக்காலக்கட்டம் நீடித்ததென்றும் அறியலாம். பென்சில்வேனியன் காலத்தில் தோன்றிய மலைச் சிகரங்களை முதன் முதலில் பென்சில்வேனியன் காலத்தில் தோன்றிய மலைச் சிகரங்களை முதன் முதலில் பென்சில்வேனியாவில்தான் அடையாளம் கண்டனர். வெம்மை, காற்றோட்டக் குறைவு ஆகிய பாதிப்புகளால் உயிர் வாழ்க்கை மிகுதியும் மாறிப் போனது. 150மீ. உயரமுடைய பெரணி மரங்களும், 300மீ. உயரமுள்ள செதில் மரங்களும், குதிரைவால் புதர்களும் அடங்கிய காடுகளிலிருந்தன. பெரிய பூச்சி, சிறிய நீர் நில வாழ்வி, அடிநிலை ஊர்வன, மீன், மெல்லுடலி, ஒரு செல் உயிரி ஆகிய விலங்கினங்கள் இக்காலத்தில் வாழ்ந்தன.

பென்சில்வேனியன் காலப் பாறைகள் உலகம் முழுவதும் தோன்றின. பெரிய கடல் வழியான டெத்தீஸ் கடல்வழி உண்டாக்கிய அடர்த்தியான வண்டல் படிவுகள் இமயமலை, ஆல்ப்ஸ் மலை, காகசஸ் மலை போன்றவற்றைத் தோற்றுவித்தன. டெத்தீஸ் கடல்வழி தென் ஐரோப்பாவிலும், ஆசியாவிலும் பரவியது. கடல்நீர் நிலப்பகுதியில் பரவிப் பின் வற்றிப்போனபோது வட அமெரிக்காவிலும், வட ஐரோப்பாவிலும் சுண்ணாம்புக் கல், களிமண், மணல் கல், நிலக்கரி ஆகியவற்றின் சேர்க்கையால் வண்டல் படிவுகள் ஏற்பட்டன. பென்சில்வேனியன் காலப் பாறைகளிலிருந்து நிலக்கரி, பெட்ரோலியம், இயற்கை வளிமம் போன்ற எரிபொருள்கள் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

மிசிசிபியன் காலம். வட அமெரிக்க நிலவியல் காலக் கணக்குப்படி தொல்லுயிரூழியின் ஆறாம் காலக் கட்டமான மிசிசிபியன் காலம் 350 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றி, 35 மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை நீடித்தது. மைய மிசிசிபியன் பள்ளத்தாக்கில்தான் மிசிசிபியன் காலப்பாறைச் சிகரங்களை முதன்முதலில் ஆராய்ந்தனர். எனவேதான், மிசிசிபியன் காலம் எனப்பெயர் வந்தது.

வெம்மையும், காற்றோட்டக் குறைவும் மிகுந்த இக்காலக் கட்டத்தில்தான் உலகின் சில பகுதிகளில் பாலை நிலங்கள் தோன்றின. நிலக்கரியை உண்டாக்கும் சதுப்பு நிலக்காடுகளில் தாவரங்கள் சிறப்பாக வளர்ந்தன. பெரணி மரங்களும், பெரிய தாவர வகைகளும் செழிப்படைந்தன. நன்னீரிலும், கடல் நீரிலும் மீன்கள் மிகுதியாக வாழ்ந்தன. பல்வேறுபட்ட நீர் நில வாழ்விகளும், ஊர்வன விலங்குகளும் வாழ்ந்தன. கடல் அல்லி, மெல்லுடலி ஆகியவை கடல் நீரில் மட்டும் வாழ்ந்தன. சம நிலங்களிலும், பள்ளத்தாக்குகளிலும் கடல்நீர் நிறைந்தமையால் பெரிய சுண்ணாம்புப் பாறைகள் உருவாகின. அப்பாறைகளிலிருந்து எண்ணெய், கட்டடக் கல் ஆகியவை சேகரிக்கப்படுகின்றன. வட அமெரிக்காவிலுள்ள நிலக்கரி அடுக்குகளில் மணல் கற்களும் காணப்படுகின்றன. ஐரோப்பாவிலுள்ள பாறைகளில் நிலக்கரியும், கறுப்பு வண்டல் படிவும் கலந்துள்ளன.

பெர்மியன் காலம். தொல்லுயிரூழியின் ஏழாம் காலக் கட்டமான பெர்மியன் காலம் 280 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது. இக்காலம் 50 மில்லியன் ஆண்டுகள் நீடித்தது. உரால் மலையிலமைந்த சோவியத் ரஷ்யாவின் பழைய பகுதியான பெர்ம் என்னும் ஊரில் பெர்மியன் காலப் பாறைகளை முதன்முதலில் அடையாளம் கண்டனர். பெர்மியன் காலத்தில் தட்பவெப்ப நிலை அடிக்கடி மாறியது. தென் துருவம், தென் ஆப்பிரிக்கா, தென் சீனா ஆகிய இடங்களைப் பனிக்கட்டிகள் மிகுதியாக மூடிக் கொண்டன.காற்றோட்டக்குறைவால் சதுப்புநிலக்காடுகளும், பாலை நிலங்களும் ஏற்பட்டன. கடலில் டிரைலோபைட் கணுக்காலி, முதுகெலும்பற்ற விலங்கு, பல வகையான மீன் ஆகியவை வாழ்ந்தன.

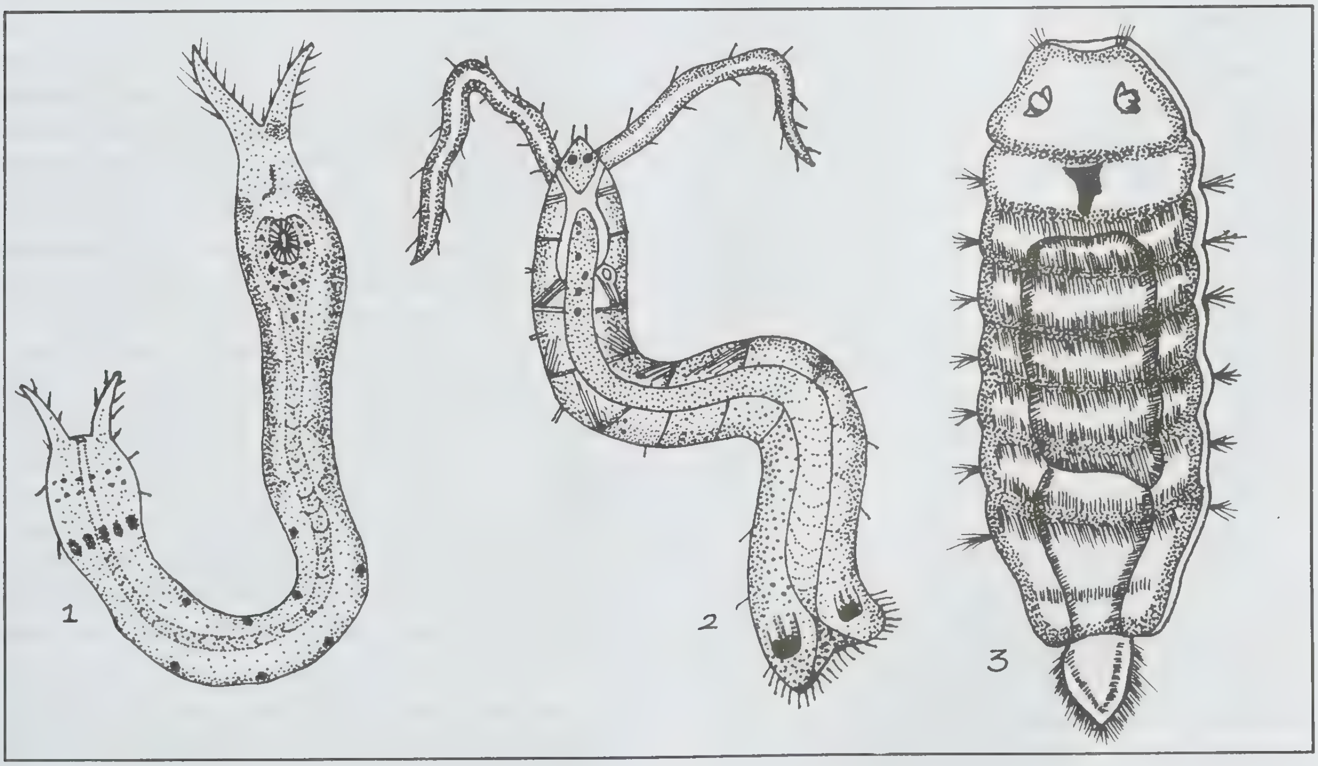
வட ஐரோப்பா, தென் மைய அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளின் பாறைகளில் உப்புப் படிவுகள் உள்ளன. ஐரோப்பாவின் பெர்மியன் பாறைகளை மணல் கல், சுண்ணாம்புக் கல், கறுப்பு வண்டல் படிவு ஆகியவை உருவாக்கின. மெக்சிகோவிலும், வட அமெரிக்காவிலும் அடர்த்தியான சுண்ணாம்பு அடுக்குப் பாறைகள் ஏற்பட்டன. டெத்தீஸ் கடல் வழிச் சேர்த்த கடல் சார்பான வண்டல் படிவுகள் ஆல்ப்ஸ் மலை முதல் இமயமலை வரை படிந்து தென் ஐரோப்பாவிலும், ஆசியாவிலும் பெரிய மலைத்தொடர்களை உருவாக்கின. இம்மலைகளிலிருந்து பெட்ரோலியம், உப்பு, பொட்டாசியம், ஜிப்சம், ஃபாஸ்பேட், நிலக்கரி ஆகியவை சேகரிக்கப்படுகின்றன.

- துரை. சுந்தரமூர்த்தி

துணைநூல். D.L.Eicher, *Geologic Time, Prentice* Englewood Cliffs Edition, New Jersy, 1968.

தொல் வளைதசைப் புழுக்கள்

கடல் நீரில் மட்டுமே வாழும் சிறிய வளைதசைப் புழுக்களின் தொகுப்பிற்குத் தொல் வளைதசைப் புழுக்கள் (Archiannelida) என்று பெயர். இவை மிக எளிய உடல் அமைப்பும், நீண்ட புழுப் போன்ற உருவமும் பெற்றுள்ளன. பொதுவாக இப்புழுக்களில் பக்கக் கால்களும் (parapodia) நுண்முள்களும் (setae) இரா. இவற்றின் கண்டப்பகுப்பு, புறத்தோற்றத்தில் தெளிவாகத் தெரியாவிட்டாலும் உடற்குழி, தடுப்புச் சுவர்களால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளமை புலனாகிறது.



தொல் வளைதசைப் புழுக்கள் (**Archiannelida**)

1. பாலிகார்டியஸ் 2. சாக்கோசிர்ஸ் 3. டைனோஃபிலஸ்

இவை ஒரு பாலிகளாகவோ இருபால் உறுப்புகளையும் ஒரே உயிரியில் கொண்டவையாகவோ இருக்கும். உடலின் முன் முனையில் 2 அல்லது 3 உணர் நீட்சிகள் காணப்படும். இவற்றின் வளர்ச்சியின்போது இளவுயிரிகள் (trochophore) காணப்படுகின்றன. தொல்வளைதசைப் புழுக்களில் பாலிகார்டியஸ், புரோட்டோட்ரில்லஸ், சாக்கோசிர்ரஸ், டைனோசபிலஸ் எனப்படும் நான்கு இனங்கள் உள்ளன.

பாலிகார்டியஸ், புரோட்டோட்ரில்லஸ் என்னும் ஈரினங்களைக் கொண்ட ஒரு வகுப்பாக இவை முதலில் கருதப்பட்டன. வளைதசைப் புழுக்களின் முன்னோடிகள் இவைதாம் என்றும், இவற்றிலிருந்தே மற்ற வளைதசைப் புழுக்கள் தோன்றின என்றும் முதலில் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால், இதே பண்புகளைக் கொண்ட வேறு சில பேரினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் பக்கக் கால்களும் நுண்முள்களும் இராத முதிரா நிலைப் பண்புகளைக் (primitive characters) குறிக்காமல், அமைப்பின் எளிமைத் தன்மைச் சிறப்பிழந்த இரண்டாம் நிலைப் பண்புகளைக் (secondary characters) குறிக்கின்றன. பாலிகார்டியஸ், புரோட்டோட்ரில்லஸ் ஆகிய இரண்டும் மையத் தரைக்கடல் பகுதிகளிலும், ஜப்பான் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் கண்டுபிடிக்க ப்பட்டன. அண்மையில் சென்னைக் கடற்கரை யோரங்களிலிருந்து சில சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

பாலிகார்டியஸ். இது கடல் மணலில் குழி தோண்டி வசிக்கிறது. இதன் உடல் நீண்டும், குறுகியும், மெலிந்தும், உருளை போன்றும் இருக்கும். உடல் பல கண்டங்களாகப் (segments) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கண்டப் பிரிவைக் காட்டும் பள்ளங்கள் உடல் மேற்புறத்தில் தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. உடலின் முன் முனையில் உள்ள வாய்ப் பகுதியில் நீண்ட உணர் நீட்சிகள் (tendades) இரண்டும், குற்றிழைகளுடைய குழிகள் (ciliated pits) இரண்டும் காணப்படுகின்றன. இதனை அடுத்து வரும் வாய் சூழ் வளையத்தின் கீழ்ப்பக்கம் வாய் அமைந்துள்ளது. இதில் உணர் நீட்சிகளும், மொட்டுகளும் இல்லை. உடலின் இறுதிக் கண்டத்தில் மலப்புழை அமைந்துள்ளது. இப்புழுவிற்குக் கண்களோ, உடல் கண்டங்களில் பக்கக்கால்களோ, நுண்முள்களோ இரா.

உடற்சுவரின் வெளிப்புறம் மெல்லிய ஒளி ஊடுருவக் கூடிய உறை அமைந்துள்ளது. இதையடுத்து உட்புறம் காணப்படும் மேல் தோல், செல் சுவரற்ற புரோட்டோப் பிளாசத்தினால் ஆனது. மேல் தோலை அடுத்து உட்புறம் நீள் தசைகள் 4 தொகுப்புகளாக அமைந்துள்ளன. நீள் தசையை அடுத்து உட்புறம் உடற்குழிப் புறத்திசு காணப்படும். வளையத் தசைகள் (circular muscles) இராவிடினும் தசைகள் காணப்படுகின்றன. சாய்வு தசைகளின் அமைப்பு உடற் குழியை 3 அறைகளாகப் பிரித்துள்ளது. இவ்வறைகளில் ஒன்று மையத்திலும் ஏனைய இரண்டும் பக்கத்திற் கொன்றாகவும் அமைந்துள்ளன.

உடற்குழி கண்ட இடைச் சுவர்களினால் பல அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும், மேல் கீழ்க்குடல் தாங்கிகளினால் ஒவ்வோர் அறையும் வலப்பக்கம், இடப்பக்கம் எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. உணவுப்பாதையில் வாய், தொண்டை, சிறுகுடல், மலக்குடல், மலப்புழை ஆகிய பகுதிகள் உள்ளன. வாயை அடுத்து வரும் தொண்டை குறுயிழைகளினால் சூழப்பட்டுள்ளது. தொண்டையை வெளியில் நீட்டி உள்ளிழுக்க முடியும். சிறு குடல், கண்டங்களுக்கு இடையில் சுருங்கியுள்ளது. இது முதல் கண்டத்திலிருந்து இறுதிக் கண்டம் வரையில் நேராகச் செல்கிறது. இறுதிக் கண்டத்தில் உள்ள மலக்குடல் மலப்புழை வழியே திறக்கிறது. இப்புழு, மண்புழுப் போன்றே மணலில் கலந்துள்ள மக்கிய கரிமப் பொருள்களை உண்ணும் வழக்கமுடையது.

குருதி ஓட்ட மண்டலம் குழாய்களால் ஆனது. உணவுப் பாதையில் மேல்புறம் மேல் குருதிக் குழாயும், கீழ்ப்புறம் கீழ்க் குருதிக் குழாயும் நீள் வாக்கில் அமைந்துள்ளன. இரு குழாய்களும் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் ஓரிரட்டைப் பக்கக் குழாய்களால் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. குருதியின் நிறம் சிலவற்றில் சிவப்பாகவும் சிலவற்றில் பச்சையாகவும் வேறு சிலவற்றில் நிறமற்றும் சிற்றினத்திற்குச் சிற்றினம் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது.

கழிவு நீக்க உறுப்புகளான நுண்சிறுநீரகங்கள் (nephridia) கண்டத்திற்கு ஓர் இரட்டை என அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு நுண்சிறுநீரகமும் உடற்குழி யினுள் சிறுநீரக வாய் (nephrostome) மூலமும் வெளிப் புறத்தில் சிறுநீரகத்துளை (nephridiophore) மூலமும் திறக்கிறது.

நரம்பு மண்டலம் மேல் தோலில் அமைந்துள்ளது. இம்மண்டலத்தில் மூளை, கீழ் நரம்பு வடங்கள் (ventral nerve cord), உணவுக் குழாயைச் சுற்றியமைந்த ஒரு பக்க நரம்புச் சேர்க்கை (commissure) ஆகிய பகுதிகளைக் காணலாம்.

இப்புழுவின் இனச் செல் உறுப்புகள் உடலின் பின்பகுதிக் கண்டங்களில் தோன்றுகின்றன. இனச்செல் நாளங்கள் (gonoducts) இராமையால் இனச்செல்கள் முதிர்ந்ததும், புழுவின் உடல் சுவர் வெடித்துச் செல்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. கருவுறுதல் நீரில் நடைபெறுகிறது. கருமுட்டை வளர்ந்து வேற்றிளரி (trochophore larva) உண்டாகிறது. இது சிறிது காலத் தனி வாழ்க்கைக்குப் பிறகு வளர் உருமாற்றம் (metamorphosis) அடைந்து இளவுயிரியாகிறது.

பாலிகார்டியஸ் நியாபோலிடனஸ் (*Polygordius neapolitanus*) என்னும் சிறப்பினம் மையத் தரைக்கடல் பகுதியிலும், பாலிகார்டியஸ் மெட்ராசின்சிஸ் (*Polygordius medrasensis*), பாலிகார்டியஸ் யுரோவிரிடிஸ் (*polygordius uroviridis*) என்னும் இரு சிறப்பினங்கள் சென்னைக் கடற்கரைப் பகுதியிலும் காணப்படுகின்றன.

புரோட்டோட்ரில்லஸ் (Protodrilus). இது பாலிகார்டியஸ் போன்ற உடல் அமைப்பு உடையது. ஆனால் சில தனிப் பண்புகளும் கொண்டது. உடலின் கீழ்ப்புறத்தில் முன் முனையிலிருந்து பின்முனை வரையில் குறுயிழை களுடைய நீண்ட பள்ளம் உள்ளது. குறுயிழைகள் உடல் மேற்பரப்பில் வளையம் வளையமாக அமைந்துள் ளமையால் கண்ட அமைப்புத் தெளிவாகப் புலப்படுகிறது. கீழ் நரம்புத் தண்டுகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து காணப்படுகின்றன. இனச் செல் நாளங்கள் வழியே இனச்செல்கள் வெளியே வருகின்றன. கரு வளர்ச்சியில் வேற்றிளரி நிலை இராது. கரு வளர்ந்து நேராக இளவுயிரியாகிறது. புரோட்டோட்ரில்லஸ் இண்டிகஸ் (*Protodrilus indicus*) என்னும் இரு சிறப்பினங்கள் சென்னைக் கடற்கரைப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன.

சாக்கோசிர்ரஸ் (*saccocirus*)**.** 10-15 மி.மீ. நீளமுடைய இதன் ஒவ்வோர் உடற்கண்டத்திலும் நுண்முள்கள் கொத்துக் கொத்தாக அமைந்துள்ளன. கீழ் நரம்பு வடத்தில் இரு நரம்புத் தண்டுகளும் பிரிந்து அமைந்துள்ளன. மலப்புழைக் கண்டத்தில் ஒட்டுறுப்புத் திண்டுகள் (adhesive pads) காணப்படுகின்றன. சென்னைக் கடற்கரைப் பகுதியில் இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த சாக்கோ சிர்ரஸ் மைனர் (*Saccocirus minor*), சாக்கோசிர்ரஸ் சிர்ரேட்டஸ் (Saccocirus cirratus) ஆகியன காணப்படு கின்றன.

டைனோஃபிலஸ் (Dinophilus)**.** இதன் உடல், தட்டையாகவும், 5 - 8 கண்டங்கள் பெற்றுமிருக்கும். வாய் முன் பகுதியில் இரு கண்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு குறுயிழை வளையங்கள் அமைந்துள்ளன. உடலின் கீழ்ப்புறம் குறுயிழைகள் காணப்படுவதில்லை. மலப்புழைக்குப் பின்னும் உடல் நீண்டு சிறு வால் போல் தோற்றமளிக்கிறது. இப்புழு சிறியதும் பெரியதுமாக இரு வகை முட்டையை இடுகிறது. சிறிய முட்டை ஆண் உயிரிகளையும், பெரிய முட்டை பெண் உயிரிகளையும் உருவாக்கும்.

- இரா. பக்தவச்சலம்

துணைநூல். R.D.Barness, Invertebrate Zoology, Second Edition, W.B. Saunders Company, 1968.

தொல் வானிலையியல்

புவியில் உயிரினங்கள் தோன்றுவதற்கு முன்னும் பின்னும் பருவகாலம் மற்றும் வானிலையில் மாபெரும் மாறுதல்கள் நிகழ்ந்துள்ளன. பருவ கால வேறுபாட்டிற்கேற்ப உயிரினங்கள் தங்கள் அக வாழ்க்கையைத் தகவமைத்துக் கொண்டுள்ளன. இத்தகைய கடந்த கால வானிலை மாற்றங்களைப் பற்றிய அறிவே தொல் வானிலையியல் (paleoclimatology) எனப்படும். இதற்குத் தொல்லுயிர்ப்பதிவுகள் (fossils) பெரிதும் உதவுகின்றன. தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் கடந்த கால வானிலை மாற்றங்களைத் துல்லியமாகவும் தெளிவாகவும் எடுத்துரைக்கும் தன்மை வாய்ந்தனவாகும்.

இக்காலத்தில் வாழும் உயிரினங்களுக்குத் தேவையான தகவமைப்புகள் வானிலை ஆகியன கடந்த காலத்திலும் இருந்திருக் கக்கூடும். கடல் நீரில் 180 மீ. ஆழத்தில் வாழக்கூடிய தகவமைப்புகளைப் பெற்ற உயிரினம் இக் காலத்தில் அழிவுற்றிருக்கலாம். அவ்வுயிரி வாழ்வதற்கான சூழ்நிலை இப்போது இராவிடினும், அது வாழ்ந்தமைக்கான சான்றுகள் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் மூலம் கிடைக்கின்றன. பவளப் பாறைகள் (Corals) வாழ்வதற்கு 65^{0}F வெப்பமுடைய ஆழமில்லாத நீர்ப் பகுதி தேவை. இவை 90-120 மீ. ஆழத்தில் மட்டும் வாழக் கூடியவை. இவ்வாறு உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்கேற்ற தகவமைப்புகளை அறிந்த பின்னர் அக்காலத் தொல்வானிலை பற்றி அறியப்படுகிறது. இதை போலவே மூவரியுடையன. (trilobites) எனும் உயிரினம் வாழ்வதற்கு ஆழம் மிகுந்த கடல்வாழ் சூழ்நிலை தேவை. இப்போது நிலமட்டத்தில் கிடைக்கும் மூவரியுடையவற்றின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளைக் கொண்ட அப்பகுதி முன்னொரு காலத்தில் கடல் நீரால் சூழப்பட்டு மிக ஆழத்தில் இருந் திருக்கலாம் என்னும் உண்மையை அறிய முடிகிறது.

பாலூட்டிகளின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளில் மிகுதியான அடர்ந்த முடிக்கற்றை இருந்தமைக்குச் சான்று இருக்கு மானால் அவ்வுயிரினம் வாழ்ந்த காலத்தில், வாழ்ந்த பகுதிகளில் கடும் குளிர், பனி போன்றவை இருந்திருக்க வேண்டும் என்பதை உணரலாம். இவ்வாறாக உயிரி னங்களின் உருவ அமைப்பு, தகவமைப்பு, வாழும் சூழ்நிலை, ஏற்ற வானிலை ஆகியவற்றை அறிந்த பின்னரே அவற்றின் முன்னோர்கள் வாழ்ந்தமைக்குத் தேவையான வானிலை முன்பே அப்பகுதியில் இருந்திருக்கலாம் என்று உறுதிப்படுத்தவும், புவியின் தோற்றம், வளர்ச்சி, உயிரினங் களின் படிமலர்ச்சி ஆகியவற்றை ஆய்ந்துணரவும் தொல் வானிலையில் பயன்படுகிறது.

- சு. சுதர்சனம்

துணைநூல். Marland P. Billings, *Structural Geology* Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi, 1987.

தொலை அச்சமைப்பி

அச்சுக்கோத்தல் பணிக்கு, வரியிடும் பொறி தானாகவே இயங்கத் தேவைப்படும் ஓர் அமைப்பே தொலை அச்சமைப்பி (tele typesetter) எனப்படுகிறது. இவ்வமைப்பு நாடாத் தாள்

துளையாக்கி (paper tape perforator), நாடாத் தாள் படிப்பொறி (paper tape reader), சுடு உலோக வரியிடும் பொறி (hot-metal linecasting machine) ஆகிய மூன்று பகுதிகளை உடையது. தொலை அச்சமைப்பி 1932ஆம் ஆண்டு அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது.

இயக்கம். துளையாக்கி என்பது தட்டச்சுப் பொறியின் எழுத்துப் பலகையைப் போன்றது.இது 6 நிலைகளில் நாடாத் தாள்களை உண்டாக்கும். இயக்குபவர் குறியீடுகளை (character) அச்சமைக்கும்போது ஒரு வரிசையில் அச்சடிக்கும் குறியீடுகளின் அகலத்தைக் கூட்ட, எண்ணி (counter) பயன்படுகிறது. இயக்குபவர் அச்சமைக்கும்போது வரியின் இறுதி நிலையை நெருங்கிவிட்டால், அந்த வரி அறுதியிடும் பகுதியில் (justification zone) உள்ளமையை இரண்டு புள்ளிகளின் மூலம் இயக்குபவருக்குத் துளையாக்கி உணர்த்தும். பின் இயக்குபவர் எஞ்சிய வரிகளில் அச்சிட முயல்வார்.

தொலை அச்சமைப்பியை இயக்குபவர் சராசரியாக ஒரு மணி நேரத்திற்குக் குறைந்தது 400 வரிகளை அச்சமைப்பார். துளையாக்கியைக் கொண்டு ஒரு நிமிடத்திற்கு 900 சாவித்தட்டல்களை (key strokes) இயக்கலாம். நாடாவிலுள்ள ஒவ்வோர் இரட்டைத் துளைகளும் வெவ்வேறு குறியீடுகளைக் குறிக்கும். இக்குறியீடுகளை நாடாத் தாள் படிபொறி தகுந்த குறியீட்டிற்கு மொழிபெயர்ப்புச் செய்யும். பின் படிப்பொறி தொலை அச்சமைப்பு எழுத்துப்பலகையில் உள்ள நெம்புகோலை இயக்கும்.

பயன். கதை நூல்களைத் தொலைபேசித் தொடர்களின் (phone lines) மூலம் வாங்கித் தொகுதிகளுக்கு அனுப்பத் தொலை அச்சமைப்பிப் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு தொலை அச்சமைப்பி செய்தித் தாள்களுக்கும் அரசியல் செய்தித் துறையரங்கத்திற்கும் (news bureau) செய்தியைப் பரப்பப் பயன்படுகிறது. இம்முறையினால் ஒரு செய்தியை நெடுந் தொலைவிலுள்ள பல நகரங்களுக்குப் பரப்பலாம்.

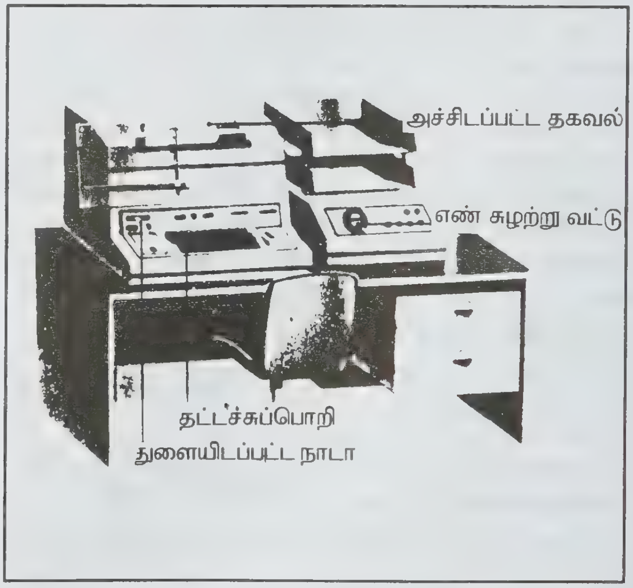
பண்ணமைப்புச் செய்திகளையும் (composed news) வகுப்புவாரியான விளம்பரங்களையும் ஒரு மையப் பண்ணமைப்பு அறைக்குச் செலுத்தத் தொலை அச்சமைப்பி பயன்படுகிறது. தொலை அச்சமைப்பியின் எழுத்துப் பலகை அமைவுப்படம் (keyboard layout) செந்தரத் தட்டச்சு எந்திரத்தின் எழுத்துப் பலகையை ஒத்திருக்கும். எனவே, ஒரு கைதேர்ந்த தட்டச்சர் (skilled typist), அச்சுக்கலைக் கொள்கையை (typographic principle) நன்கு பயின்றால், அவர் வரி அச்சு (linotype) அல்லது உள் வரி அச்சு (intertype) இயக்குபவராகலாம். வரியிடும் பொறி ஒரு நிமிடத்திற்கு 4 - 5 வரிகளை அச்சிடும். குறியீடு உள் ளீட்டிற்குத் தொலை அச்சமைப்பியைப் பயன்படுத்தினால் ஒரு நிமிடத்திற்கு 8-15 வரிகளை அச்சமைக்கும். நாள், வார இதழ்களில் உலகம் முழுதுமுள்ள வணிகத்துறை சார்ந்த அச்சகங்களில் தொலை அச்சமைப்பி பரவலாகப் பயன்பட்டு வந்தது.

1970 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் ஏறக்குறைய அனைத்து அச்சமைப்புப் பொறிகளையும் சிறு கணிப்பொறிப் பண்ணமைப்புத் தொகுதிகள் மாற்றீடு செய்தன. நாளடைவில் ஒரு நிமிடத்திற்குச் செய்தித்தாளில் 4000 வரிகளை அச்சடிக்கும் திறன் கொண்ட கணிப்பொறி மயமாக்கப்பட்ட ஒளிக்கலப்புக் (photocomposition) கருவி மிகுதியாகப் பயன்படலாயிற்று.

- இரா. இந்து

தொலை அச்சு

இது ஒரு தொலைவரி இணைப்பகப் பணியாகும். 1930ஆம் ஆண்டில் ஐரோப்பாவில் தொடங்கப்பட்ட இது இப்போது உலகெங்கும் பயன்படுகிறது. இது தொலைபேசிப் பணியை ஒத்ததாகும். தொலைபேசியில், செய்தி அனுப்பும் முனையில் பேசுபவரின் பேச்சு வாங்கு முனையில் உள்ளவருக்குக் கேட்கும். தொலை அச்சில் (telex) அனுப்பு முனையில் தெரிவிக்கப்படும் செய்தியும் வாங்கு முனையில் கேட்கப்படும் செய்தியும் தட்டச்சுச் செய்யப்படும். தகவல்கள் அனைத்தும்



எழுத்து வடிவில் உள்ளமையால் தொலை அச்சு குறிப்பாக வணிகத் தொழிலில் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. இக்கருவி ஒரு நிமிடத்திற்கு 67 சொற்களைச் செலுத்தும்.

இக்கருவியில் ஒரு தொலைத் தட்டச்சுப் பொறியும், எண் சுழற்று வட்டு அமைப்பும் ஒருங்கே அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இக்கருவியை இயக்குபவர் முதலில் வாங்கு முனையில் தகவல் தெரிவிக்கப்பட வேண்டியவரின் தொலை அச்சு எண்ணை, எண் சுழற்று வட்டில் சுழற்றுவார். பின் தெரிவிக்க வேண்டிய செய்தியைத் தொலைத் தட்டச்சுப் பொறியில் தட்டச்சுச் செய்வார். உடனடியாகச் செய்தியைத் தெரிவிக்க வேண்டுமாயின் முன்பே தட்டச்சுச் செய்து வைக்கப்பட்ட துளையிட்ட நாடாவை (punched tape) தொலைத் தட்டச்சுப் பொறியில் செருகுவார். ஓர் அழைப்பு மணி (buzzer) செய்தி வாங்கு முனையில் உள்ளவரை ஆயத்த நிலையில் இருக்கச் செய்யும். வாங்கு முனையில் அவர் இல்லையெனில், செய்திகள் வாங்கு முனையில் தட்டச்சுச் செய்யப்படும்.

- இரா.இந்து

தொலை அளவியல்

தொலைவில் உள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து சாதாரண முறைகளில் பெற இயலாத தகவல்களை அளந்தறியும் நுட்பத்தினைத் தொலை அளவியல் (telemetry) எனலாம். மின் திறன் உற்பத்தி, பங்கீட்டு முறை, எண்ணெய் வள ஆய்வு, சுரங்கப் பணி, கடல்வள இயல், வானிலை ஆய்வு, காற்று, விண்வெளித் தொழில் துறை எனத் தொலை அளவியல் முறைகள் பரவலாகக் கையாளப்பட்டு வருகின்றன. தொலை அளவியல் என்பது தொலைத்தகவல் தொடர்பு (tele communication), கருவியியல் (instrumentation) ஆகிய இருபெரும் பிரிவுகளை உள்ளடக்கியது.

வகைப்பாடு. தொலை அளவியல் அமைப்புகளைத் தகவல் செலுத்து ஊடகம், கையாளப்படும் மின்காந்த அலைகளின் அதிர்வெண், அலைப் பண்பேற்ற உத்திகள் (modulation techniques) என மூவகைப்படுத்தலாம்.

தகவல் செலுத்து ஊடகம். ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குத் தகவலை அனுப்பப்படும் நுட்பத்தினைப் பொறுத்துக் கம்பித் தொலை அளவியல் (line telemetry), காற்று விண்வெளித் தொலை அளவியல் (aerospace telemetry) என மேலும் இரு வகைப்படுத்தலாம்.

(i) **கம்பித் தொலை அளவியல்.** முதல் முறையில் தந்தி, தொலைபேசி இணைப்புகளில் உள்ளவாறே கம்பிகளின் வழிச் செய்திப் பரிமாற்றம் நடைபெறும். அதாவது ஒலி அல்லது ஒளிக் குறிப்புகள், துடிப்புகளாக மாற்றப்பட்டு ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் கம்பிகளின் மூலம் செலுத்தப் படுகின்றன.

(ii) **காற்று விண்வெளித் தொலை அளவியல்.** வானூர்தி, ஏவூர்தி (rocket) செயற்கைக் கோள் போன்றவற்றிலிருந்து தகவல் பெற இம்முறை பயன்படுகிறது. காற்றுவெளிக்குள் பறக்கும் வானூர்தி, ஏவூர்திகளின் தொடர்புக்குரிய இயலினை ஊர்தித் தொலை அளவியல் (vehicle telemetry) என்றும், விண்வெளியில் சுற்றிவரும் செயற்கைக் கோளிலிருந்து தரவுகள் சேகரிக்கப் பயன்படும் முறையினைச் செயற்கைக்கோள் தொலை அளவியல் (Satellite telemetry) என்றும் வழங்குவர்.

ஊர்தித் தொலை அளவியல்

பொதுவாகப் பயண வானூர்திகளில் கருவிகள் வழிச் சேகரிக்கப்படும் காற்றுவெளித் தகவல்களைப் புவியிலுள்ள தரைக் கட்டுப்பாட்டு நிலையங்களுக்கு அனுப்ப இம்முறை உதவுகிறது. ஆயினும் ஏவூர்திப் பறப்பில் திரட்டப்படும் தகவல்களில் குறிப்பாகக் கீழ்வரும் மூன்றைக் குறிப்பிடலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட தர ஏவூர்தியின் தொடக்க வளர்ச்சியில் பெற வேண்டிய முதன்மையான ஆய்வுத் தகவல்கள்; வளிமண்டலம், அயனமண்டலம் புறவெளியிலிருந்து புவிக்குள் நுழைகிற X-கதிர் பற்றிய வானவியல் (X-ray astronomy) வழியாகப் பெறப்படும் ஆய்வு அறிவியல் தரவுகள்; செயற்கைக் கோள்களைச் சுமந்து செல்லும் ஊர்திகளிலிருந்து அவ்வப்போது சேகரிக்கப்படும் தகவல்கள்.

இவ்வகைத் தகவல்களைச் சேகரிப்பதற்கு ஏவூர்தியில் உள்ள தளக் கருவி அமைப்புகளும் (onboard systems) புவியிலுள்ள தரைக் கட்டுப்பாட்டு மையங்களில் உள்ள தகவல் ஏற்பு அமைப்புக் கருவிகளும் வருமாறு :-

தகவல் பரப்பு அமைப்பு

ஆற்றல் மாற்றிகள் (transducers), சமிக்ஞை பதப்படுத்திகள் (signal conditions), அடிப்படை அலைவரிசை அமைப்பு (base band system), வானிலை அதிர்வெண் பரப்பி (radio frequency transmitter), அலைப்பரப்பி (transmitting antenna).

தகவல் ஏற்பு அமைப்பு

வானிலை அதிர்வெண் ஏற்பி (radio frequency receiving antenna), வானிலை அதிர்வெண் வாங்கி (radio frequency receiver), அடிப்படை அலைவரிசை குறியீடகற்றி (base band decommutation), வெளிப்பாட்டு மற்றும் பதிவாக்கக் கருவிகள் (display and recording devices).

ஊர்தியிலுள்ள தொலை அளவியல் அமைப்பினைப் பின்வரும் படத்தில் காணலாம்.

ஆற்றல் மாற்றிகள். பறந்து செல்லும் ஏவூர்தி உணரும் வெப்பம், அழுத்தம் போன்ற அளவைகள் முதலில் மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தமாக மாற்றப்பட வேண்டும். இதற்கென உதவும் கருவிகளை இயல்மாற்றிகள் என்பர்.

சமிக்ஞை பதப்படுத்திகள். அளக்கப்படவேண்டிய ஒவ்வோர் அளவைக்கும் ஏற்றவாறு தனித்தனி ஆற்றல் மாற்றிகள் பொருத்தப்பட்ட ஏவூர்தியிலிருந்து ஒரே தொடர்போடை (channel) வழியாக அனைத்துத் தகவல்களையும் சேர்த்தனுப்பினால் குழப்பம் ஏற்படும். இதற்காக ஒவ்வோர் அளவைக்கும் வெவ்வேறு தனித் தொடர்போடை தேவை. சான்றாக, தொடர்போடையில் வெப்ப அளவு, இரண்டாவதில் அழுத்த அளவு என்று வரிசைப்படுத்தி அனுப்ப வேண்டும்.

அடிப்படை அலைவரிசை அமைப்பு. ஏவூர்தியிலிருந்து இவ்வகைத் தரவுகள் அனுப்ப ஒரு குறிப்பிட்ட மின்காந்த அலை வரிசையினைக் கையாளலாம். இதனையே அடிப்படை அலைவரிசை அகலம் (base bandwidth) என்பர்.

பின்னல் வகை (multiplexing). இந்த அலைவரிசைக்குள் அடங்கும் அலைகளை அதிர்வெண் அடிப்படையில் பல கூறுகளாக வகுத்து ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனித் தொடர்போடையாகப் பயன்படுத்தலாம். இதனை அதிர்வெண் வகைப் பின்னல் (frequency division multiplexing) என்று எளிமையாக வழங்குவர். இதன்படி ஒவ்வோர் அதிர்வெண்ணையும் தகவல் தொடர்போடைக் கேற்றவாறு பிரித்துப் பண்பேற்றுதலே அதிர்வெண் பண்பேற்றமாகும்.

அந்த அலைவரிசையின் கால அளவினைப் பல இடுதல்களாகப் (slot) பிரித்து ஒவ்வொரு கால இடுக்கிலும் ஒவ்வோர் அளவைத் தரவினை நுழைத்து அனுப்பலாம். இம்முறையினைக் கால வகைப் பின்னல் (time division multiplexing) எனலாம். பறந்து செல்லும் ஊர்தி திரட்டும் தகவல்களை, வரிசைப்படுத்தி (sequencer) என்னும் மின்னணுவியல் கருவி ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இந்தக் கால வகைத் தொடர்போடையினுள் ஏற்றிவிடும். இவ்வாறு சேகரிக்கப்படும்போது ஒவ்வொரு தொடர்போடையினுக் குள்ளும் காலமுறையில் துடிப்புகளாக நுழைந்த தனித்தனித்தரவுகள் திரண்டு, அவ்வவ் தொடர் போடைக்குள் அவற்றின் அலைவீச்சு (amplitude) உயரும். இதனைத் துடிப்பலை வீச்சுப் பண்பேற்றம் (pulse amplitude modulation) என்பர். மேலும் இந்த மின் துடிப்பிற்குத் தனியான வேறு குறியீடுகள் வழங்கியும் மின்காந்த அலைகளில் தகவல் பண்பினை ஏற்றலாம். இம்முறையினைத் துடிப்புக் குறியீட்டுப் பண்பேற்றம் என்பர். இதனையே சுருக்கமாகத் துடிப்பேற்றம் (pulse code modulation) என வழங்குவர்.

மேலும் வெவ்வேறு ஏவூர்திப் பயணத் திட்டத்திற்கும் ஏற்ப வெவ்வேறு தொடர்போடைகளும் தொலை அளவியலுக்கான குறியீடுகளும் வழங்கிடப் பொதுவாகக் களங்களிடை கருவிக் கூட்டமைவுக் குழு (Inter Range Instrumentation Group) அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

பண்பேற்றம். தகவல் சுமப்பு அலையினையும் தகுந்தவாறு பண்பேற்றி ஏவூர்தி அளந்து வைத்துள்ள தகவலின் புவிக்கட்டுப்பாட்டு மையத்திற்கு அனுப்ப வேண்டும். எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் கொண்ட சுமப்பு அலையின் வீச்சு (amplitude), அதிர்வெண் (frequency), தறுவாய் (phase) ஆகியவற்றுள் ஏதேனுமொரு பணியில் தகவல் ஏற்றி அனுப்பிவிடலாம். இவ்வகையில் பண்பேற்றத்தினை அலைவீச்சப் பண்பேற்றம் (amplitude modulation), அதிர்வெண் பண்பேற்றம் (frequency modulation), தறுவாய்ப் பண்பேற்றம் (phase modulation) என மூவகைப்படுத்துவர்.

அலைப் பரப்பி. இவ்வகையில் புவிக்குத் தகவலை அனுப்பி வைக்கத் தள அலைப்பரப்பி (onboard antenna) உதவுகிறது. இவ்வாறு தரைக் கட்டுப்பாட்டு நிலையத்திற்கு வந்து சேரும் தகவல் வகைப் பின்னல் (multiplexing), சுமப்பு அலைப் பண்பேற்றம் (carrier modulation) ஆகிய இயல்புகளைப் பொறுத்துத் தொலை அளவியல் துடிக்கும் குறிப்பேற்றம் / அதிர்வெண் பண்பேற்றம் (PCM/FM) என்றோ, அதிர்வெண் பண்பேற்றம்/அதிர்வெண் பண்பேற்றம் (FM/FM) என்றோ குறிப்பிடலாம். இதில் மேலும் பலவகை உத்திகளும் கையாளப்படுகின்றன.

தகவல் ஏற்பு. கட்டுப்பாட்டு மையத்தில் துல்லியமாக அறியும் பணி நடக்கிறது. அலை ஏற்பி (antenna) திரட்டிய ஏவூர்தித் தகவல் முதலில் திறன் மிகைப்படுத்தப்படும். பின்னர் அலைவாங்கிகளுக்கு (receivers) அனுப்பப்படும். அடுத்த கட்டத்தில் வானிலை அதிர்வெண் பண்பிறக்கமும் (demodulation) பின்னர் அதிர்வெண் பின்னல் அவிழ்ப்பும் (frequency discriminators) நடைபெறும். அதாவது ஒவ்வொரு தொடர்போடைக்குள்ளும் மறைந்திருக்கும் தகவல் சமிக்ஞை (data signal) தொடக்கப்பட்டுச் செய்தி அறியப்படும்.

இந்தியாவில் SLV-3 எனப்படும் செயற்கைக் கோள் ஏவுகலனில் (satellite launch vehicle) ஒரே ஒரு துடிப்புக் குறிப்பேற்றத் தொலை அளவியும், பிறிதோர் அதிர்வெண் பண்பேற்றத் தொலை அளவியும் பயன்படுத்தப்பட்டன. தவிர A.SLV எனப்படும் திறன்கூட்டிய செயற்கைக்கோள் ஏவுகலன் (Augumented Satellite Launch Vehicle), PSLV எனப்படும் துருவப் பாதைச் செயற்கைக் கோள் ஏவுகலன் (Polar Satellite Launch Vehicle) போன்ற நவீன ஏவூர்திகளில் துடிப்புக் குறிப் பேற்றத் தொலை அளவியலே பெரிதும் கையாளப்படுகிறது.

தகவல் அலை அதிர்வெண்கள். தகவல் தொடர்பிற்கு இதுவரை P-அலை வரிசையில் (P-band) 240 MHZ அலைகளைப் பயன்படுத்தி வந்தாலும் எதிர்காலத்தில் S அலை வரிசையில் (S-band) 2200 MHZ அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளையே கையாளவுள்ளனர். இதன் உதவியால் பறந்து செல்லும் ஏவூர்தியிலிருந்து 800 அளவைகளைத் தனித் தனியே பதிவாக்கும் பெருமுயற்சி இந்தியாவில் தொடங்கிவிட்டது.

தகவல் சட்டம். மின் விளக்கைப் போட்டுப் போட்டு அணைத்தால் ஒளி, இருள் என்னும் இருநிலை ஏற்படுவதை 'உண்டு', 'இல்லை' என்று பொருள் கொள்ளலாம். இம்முறையை எண்களில் '1', '0' ஆகிய இரண்டு இலக்கங்களால் குறிப்பிடலாம். இந்த ஈரிலக்கமே (binary digit) சுருக்கமாகப் பிட் (bit) எனப்படுகிறது.

எட்டுத் தானங்களில் இந்த ஒன்றும் (1) சுழியும் (0) இடம்பெறுவதைப் பொறுத்து $2^8 = 256$ சொற்கள் எழுதலாம். இவ்வகை, 64 சொற்கள் அடங்கியது. தகவல் தொடர்பு முறையில் இது துணைச் சட்டம் (sub-frame) எனப்படும். 8 துணைச்சட்டங்களை உள்ளடக்கியது ஒரு முதன்மைச் சட்டம் ஆகும்.

எ - டு : 8 பிட்டுகள் கொண்ட துடிப்புக் குறிப்பேற்ற அமைப்பில் 1.28 மின்னழுத்தம் ஊட்டும் குறிப்பினை 0100 000 என்னும் சொல்லால் குறிப்பர்.

ஏவூர்தி செலுத்தப்படுவது முதல் இந்தச் சட்டங்களும் கால அடிப்படையில் தொடங்கி இழக்கப்படுவதால் தொடர்ந்து தகவல்களைக் குழப்பமின்றி வரிசையாகப் பெற முடிகிறது.

செயற்கைக் கோள் தொலை அளவியல். ஊர்தித் தொலை அளவியலுக்கும் செயற்கைக்கோள் தொலை அளவியலுக்கும் அடிப்படையில் பெரும் வேறுபாடில்லை. ஆயினும் சமிக்ஞை பெறுவதில் (signal acquisition) சில வேறுபாடுகளைக் குறிப்பிடலாம். ஏனெனில் ஏவூர்தி ஏவப்படுகிற காலத்தினைத் துல்லியமாகக் குறித்துக் கொள்ள முடிவதால் அதனோடு சேர்ந்து அதே நொடிப்பொழுதில் தொடக்கி வைக்கப்படும். தொலை அளவியல் தொடர்பு அமைப்புகளிலிருந்து பிழையின்றித் தகவல்களைப் பெறமுடியும். செயற்கைக்கோள் தொலை அளவியலிலோ முன்னமேயோ கணித்து வைத்தபடி பறந்து சென்ற ஏவூர்தி தான் சுமந்து செல்லும் செயற்கைக் கோளினைச் சுற்றுப்பாதையில் இறக்கிவிட்ட பிறகே அதனோடு சேர்ந்து தகவல் தொடர்பு அமைப்பு தூண்டுவிக்கப்படுகிறது. இதற்குச் செயற்கைக் கோள் தகவல் பெறுவதில் முழுக்க முழுக்க இயக்குநரின் கணிப்புகளையே கருத வேண்டியுள்ளது.

மேலும் ஏவூர்தித் தொலை அளவியல் ஒரு சில நிமிடங்களே நீடிக்கும். ஆயின் செயற்கைக் கோள் தொலை அளவியல் அமைப்பு, பல ஆண்டுகள் வரை தொடர்ந்து உழைக்க வேண்டும். அனைத்திற்கும் மேலாக, இன்று வரை ஏறத்தாழ 3000 செயற்கைக்கோள்கள் ஒரே அளவு அலைவரிசைக்குள் குறிப்பாக 136-138 MHZ அலைகளில் இயங்கி வருகின்றன. இதனாலும் தகவல் குறுக்கீடுகள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. மேலும் செயற்கைக் கோள் தொலை அளவியலில் தகவல் அலைகள் நெடுந்தொலைவிலிருந்து வரவேண்டியுள்ளமையால் சமிக்ஞைகள் திறன்குன்றிப் போகும். இதனாலே மிக நுட்பமான அலை ஏற்பியும், அலை ஏற்பி முறையும், திறன் மிகைப்பிகளும் தேவைப்படும். மேலும் செயற்கைக் கோள் அனுப்பும் தகவல் வேகம் குறைந்திருக்கும். சான்றாக இந்தியாவின் ஆப்பிள் செயற்கைக்கோளின் தகவல் அனுப்புவேகம் நொடிக்கு 64 பிட்டுகளேயாகும். பாஸ்கரா செயற்கைக்கோள் தகவல் தரும் வேகம் நொடிக்கு 225 பிட்டுகளாகும். வியாழன் கோளுக்கு அனுப்பப்பட்ட அமெரிக்க கலிலியோ விண்கலத்தின் தகவல் வேகம் நொடிக்கு 40 பிட்டுகள். இதனால் விண்வெளி ஆய்வில் தொலை அளவியலின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது எனலாம்.

- சு.முத்து

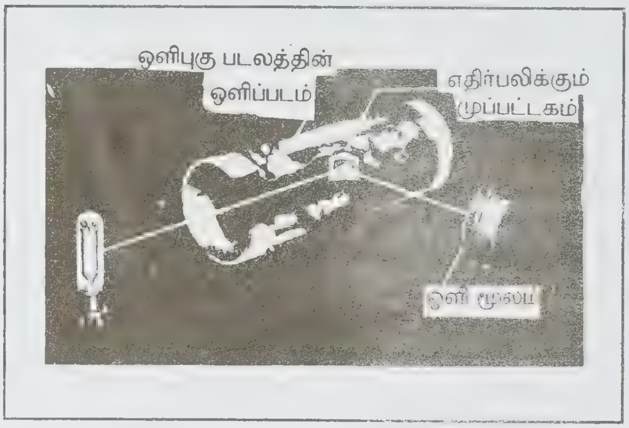
தொலை ஒளிப்படவியல்

நெடுந்தொலைவில் உள்ள காட்சிகளை ஒளிப்படம் எடுத்துத் தொலைபேசி அல்லது வானொலி மூலம் செலுத்தி மீண்டும் அவ்வொளிப்படத்தை ஒரு மையச் செய்தி அலுவலகத்தில் பெறும் முறைக்குத் தொலை ஒளிப்படவியல் (telephotography) எனப் பெயராகும். இம்முறையில் படம் பிடித்த ஒரு மணி நேரத்தில் அதன் ஒளிப்படத்தைப் பெறலாம். எ-டு: செய்தித் தாள்களில் வெளியாகின்ற தீத் தொடர்பான ஒளிப்படங்கள் (fire pictures) தீ எரிந்து கொண்டிருக்கும்போது பல கி.மீட்டருக்கு அப்பாலிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் அர்த்தர்கார்ன் என்னும் ஜெர்மானியப் பேராசிரியர் தொலை ஒளிப்படவியலைக் கண்டுபிடித்தார். அவர் 1904 ஆம் ஆண்டில் முனிச், நியூரெம்பர்க் ஆகிய நகரங்களுக்கு இடையே ஒளிப்படத்தை மின் கம்பி மூலம் செலுத்தினார்.

பின் 1925 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவிலும் பிரிட்டனிலும் தொலைபேசிக் கம்பிகளின் மூலம் ஒளிப்படம் செலுத்தப்பட்டது. அதன் பின் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுக்குக் குறுக்கே வானொலி மூலம் ஒளிப்படங்கள் அனுப்பப்பட்டன. இக்காலத்தில் வண்ண ஒளிப்படங்களும் இம்முறையில் அனுப்பப்படுகின்றன. வண்ண ஒளிப்படங்களைத் தொலை ஒளிப்பட முறையில் அலகிடும் அமைப்பு, சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று அடிப்படை வண்ணங்களில் உருத்தோற்ற நகலைக் (negative) கொடுக்கும். அலை வாங்கி நிலையத்தின் இவ்வண்ணங்கள் ஒன்றாக்கப்பட்டு வண்ணப் படமாக வெளிவரும்.

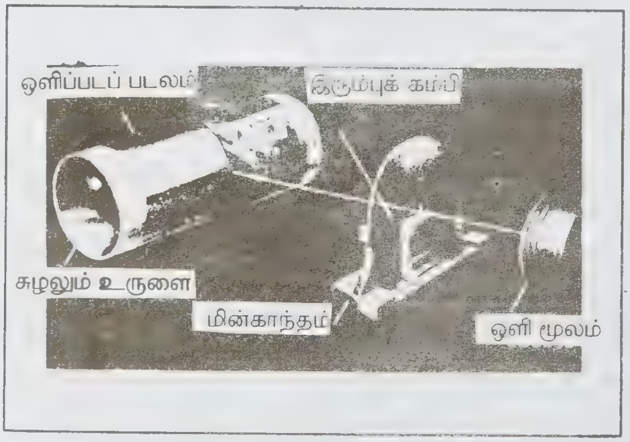
அலைப்பரப்பி. மின் ஒளிச் சேமக்கல அடுக்கு, கண்ணாடியாலான சுழலும் உருளை, ஒளி மூலம் ஆகியவை அலைப்பரப்பி அமைப்பில் காணப்படும். முப்பட்டகத்தைச் சுற்றி உருளை சுழலும். இவ்வுருளையின் மேல் ஒளிபுகு படலம் சுழன்று கொண்டிருக்கும்.



படம் 1. அலைப்பரப்பி

ஒளி மூலத்திலிருந்து பெறப்படும் ஒளிக் கற்றை, தொலைவில் உள்ள ஒளிப்படம் எடுக்க வேண்டிய பொருளின் உருவத்தைச் சுழலும் உருளையின் மேல் உள்ள ஒளிபுகு படலத்தின் மேல் விழச் செய்யும். பின் உருளையிலுள்ள முப்பட்டகத்தின் மீது பட்டு அதன் ஒரு பகுதி மின் ஒளிச் சேர்க்கை அடுக்கிற்கும் பிறிதொரு பகுதி உருளைக்கு வெளியேயும் செல்லும்.

படத்தின் உருத்தோற்றம் (print) மின் ஒளிச் சேமக்கல அடுக்கின் மேல் படும் ஒளிக்கற்றையின் வலிமையை மாற்றும். எனவே, அலை வாங்கிக்கு அனுப்பப்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவும் மாறுபடும்.



படம் 2. அலைவாங்கி

அலைவாங்கி. இதில் ஒளி மூலம், மின் காந்தம், சுழலும் உருளை, ஒளிப்படப் படலம் (photographic film), இரும்புக் கம்பி ஆகியவை காணப்படும். இரும்புக் கம்பியில் ஒரு துளை காணப்படும். அலைப்பரப்பியிலிருந்து பெறப்படும் மாறு மின்னோட்டம் ஒளிக் கற்றையாக மின்காந்தத்தை மின்னாற்றல் பெறச் செய்து இரும்புக் கம்பியைக் கீழே இழுக்கும்.

இதனால், ஒளி, ஒளிபுகு படலத்தின் மீது பட்டு ஒளிப்படம் எடுக்கப்பட்ட உருவத்தை உண்டாக்கும். தொலை ஒளிப்பட முறையின் மூலம் 7" அகலம் 9" நீளம் உடைய படத்தை எடுக்க 7 நிமிடங்களே போதுமானவை.

- இரா. இந்து

தொலை ஒளிவில்லை

மிகு தொலைவிலுள்ள பொருளின் உருத்தோற்றத்தைப் பெற நீண்ட குவியத் தொலைவுள்ள குவிவில்லையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கும் உருத் தோற்றத்தை உருப்பெருக்கம் செய்ய, வில்லைக்கும் ஒளிப்படத் தகட்டிற்குமுள்ள தொலைவு மிகுதியாக இருக்க வேண்டும். எனவே உருப்பெருக்கமுடைய உருத்தோற் றத்தைப் பெற நீளமான ஒளிப்படப் பெட்டி தேவைப்படுகிறது. இத்தகைய ஒளிப்படப் பெட்டியை கையாள்வது கடினம். இக்குறையை நீக்கும் பொருட்டு அமைக்கப்பட்ட வில்லையே, தொலை ஒளிவில்லை (telephoto lens) எனப்படும்.

தொலைப்பட வில்லை இரு வில்லைகளை உருளை வடிவக் குழாயுள் உள்ளடக்கியது. இக்குழாய் ஒளிப்படப் பெட்டியின் தனி வில்லைக்குப் பதில் பொருத்தப்படுகிறது. வில்லைகளில் ஒன்று குவிவில்லையாகவும் மற்றொன்று குழிவில்லையாகவும் உள்ளன. இவ்விரண்டு வில்லைகளும் நிற நீக்கு வில்லைகள் (achromatic lenses) ஆகும்.

ஒளிப்படப் பெட்டியில் உள்ள மெய்வில்லை இருக்கும் இடத்தில் குழிவில்லை பொருத்தப்படுகிறது. குவிவில்லை, குழிவில்லைக்கு முன்னர் அமைக்கப்படும். இவ்விரண்டு வில்லைகளின் தொகுப்பு நீண்ட குவியத் தொலைவுடைய ஒற்றை வில்லையாகச் செயல்படுகிறது. இத்தொகுப்பு குவிவில்லை போன்றே அமைகிறது. இத்தொகுப்பின் குவியத் தொலைவு f எனில்

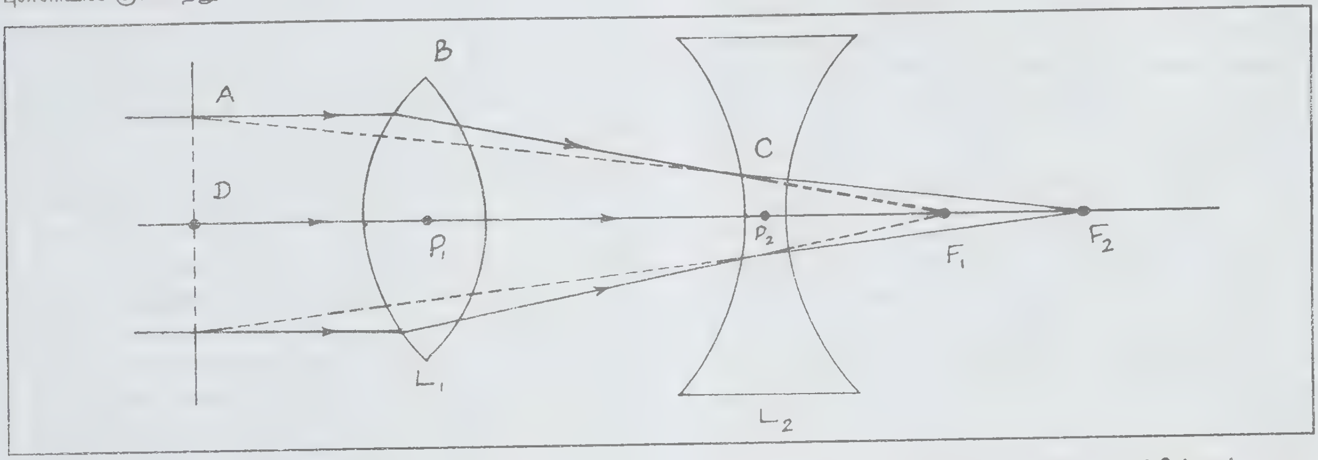
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

f_1 - என்பது குவிவில்லையின் குவியத் தொலைவு

f_2 - என்பது குழிவில்லையின் குவியத் தொலைவு

d - என்பது இவ்விரு வில்லைகளுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு

தொலை பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் குவிவில்லை L_1 ஐக் கடந்த பின் குவியப்புள்ளி F_1 இல் குவிய வேண்டும். ஆனால் குழிவில்லை L_1இற்குப் பின் ஒளிக்கதிரின் பாதையில் வைக்கப்படுவதால் முடிவில் ஒளிக்கதிர் F_2 என்னும் புள்ளியில் குவிகிறது.



L_1L_2 என்னும் இரு வில்லைகளின் தொகுப்பும் உருத்தோற்றத்தை F_2 என்னும் புள்ளியில் கிடைக்கச் செய்வதுபோல் ஒரு தனி வில்லையைப் பயன்படுத்தி F_2 இல் உருத்தோற்றம் கிடைக்க வேண்டுமெனில் அவ்வில்லையின் குவியத் தொலைவு DF_2 ஆகவும், அது D என்னும் புள்ளியில் அமைக்கப்பட்டதாகவும் இருக்க வேண்டும் என்பதைப் படத்திலிருந்து எளிதில் உணரலாம். இதிலிருந்து தொலை ஒளி வில்லை நீண்ட குவியத் தொலைவுள்ள குவி வில்லையாகச் செயல்படுவது தெளிவாகிறது. இத்தொலை ஒளிவில்லையைக் கொண்டு அளவில் சிறிய ஒளிப்படப் பெட்டியின் உதவியினால் கூட, மிகு உருப்பெருக்கம் செய்யப்பட்ட தெளிவான உருத் தோற்றத்தைப் பெறலாம்.

- ஜா. சுதாகர்

துணைநூல். N.Subramanyam and Brijlal, *A Text Book of Optics*, S. Chand & Company Ltd, New Delhi, 1983.

தொலைக்காட்சி

ஒளிபிம்பங்களை மின்காந்த அலைகளாக மாற்றித் தொலைவிடங்களுக்கு அனுப்பவும், அந்த மின்காந்த அலைகளைத் தக்க கருவிகள் மூலம் திரட்டி மீண்டும் ஒளிப்பிம்பங்களாக மாற்றவும் உதவும் கருவி தொலைக்காட்சி (television) எனப்படும். திரைப்படங்களில் உள்ளது போலவே தொலைக்காட்சியிலும் வரிசையான படங்கள் அடுத்தடுத்து அனுப்பப்பட்டுத் தொலைக் காட்சித்திரையில் அவற்றின் பிம்பங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. பார்வை நீடிப்புக் காரணமாக அவற்றை மூளை, தொடர்ந்து இயங்கும் பிம்பமாக உணர்கிறது. கண்ணின் விழித்திரையில் உருவாகும் பிம்பம் உடனடியாக மறையாமல் சற்று நேரம் நீடிப்பதே பார்வை நீடிப்பு எனப்படுகிறது. தொலைக்காட்சியில் ஒவ்வொரு நொடியும் 25 அல்லது 30 முழுமையான படங்கள் ஒளிபரப்பப்படுகின்றன. இதனாலும், இடைப்பின்னல் முறை வரியோட்ட முறை கையாளப்படுவதாலும், தொலைக்காட்சித் திரையில் பிம்பம் இடைவிடாது தோன்றிக் கொண்டுள்ளமை போன்ற உணர்வு உண்டாகிறது.

தொலைக்காட்சி அலைப் பரப்பியில் ஒரு காட்சியின் பிம்பம் ஒரு திரையில் உண்டாக்கப்படுகிறது. அந்தத் திரை பல்லாயிரம் சிறு படக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு படக்கூறின் பொலிவும், நிறமும் தனித்தனியாக அளவிடப்பட்டு, அந்தத் தகவல்கள் வரிசையாக வானில் பரப்பப்படுகின்றன. தொலைக்காட்சி ஏற்பியின் திரையும் பல்லாயிரம் சிறு படக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அலைப் பரப்பித் திரையின் ஒரு குறிப்பிட்ட படக் கூறிலிருந்து வரும் தகவல், ஏற்பித் திரையில் அதை ஒத்த ஒரு படக் கூறில் பதிவாகி அதே அளவான பொலிவையும், அதே நீளத்தையும் உண்டாக்குமாறு நேரப் பொருத்தம் செய்யப்படுகிறது. இதன் காரணமாக அலைப் பரப்பித் திரையிலுள்ள பிம்பம் மாற்றமேதுமின்றித் தொலைக்காட்சி ஏற்பியின் திரையில் உருவாகிவிடுகிறது.

அலைப் பரப்பி அமைப்பில் முதல் உறுப்பு படப்பிடிப்புக் கருவியாகும். படமெடுக்கப்படும் காட்சி, வில்லைகள் மூலம் படமெடுப்புக் குழலின் திரையில் குவிக்கப்படுகிறது. அத்திரையில் ஒளி மின் விளைவு காட்டும் வேதிப் பொருள்கள் பூசப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு படக்கூறிலும் படுகிற

ஒளியின் பொலிவுக்கு நேர் விகிதமான அளவில் ஒளி எலெக்ட்ரான்கள் தோன்றி அதன் மின் தன்மையில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். ஓர் எலெக்ட்ரான் கற்றை அந்தத் திரையின் மேல் வரியோட்டம் செய்யும்படி அனுப்பப்படுகிறது. அச்சிடப்பட்ட ஒரு தாளைப் படிப்பவரின் கண்கள் முதல் வரியின் முதல் எழுத்திலிருந்து தொடங்கி ஒவ்வோர் எழுத்தாக, ஒவ்வொரு வரியாகப் பார்வையிட்டுக் கொண்டே வந்து இறுதி வரியின் இறுதி எழுத்தில் வந்து நிற்பதைப் போலவே இந்த எலெக்ட்ரான் கற்றையும் திரையின் இட மேல் மூலையிலுள்ள முதல் படக் கூறிலிருந்து தொடங்கி வலக் கீழ் முனையிலுள்ள இறுதிப் படக் கூறு வரை ஒன்றுவிடாமல் தொட்டுப் பார்க்கிறது. அப்போது ஒவ்வொரு படக்கூறிலும் உள்ள பொலிவுக்கு நேர் விகிதமான அளவில் ஓர் உடனடி மின்னோட்டம் தோன்றி மின்சுற்றில் பாயும்.

அடுத்தடுத்த படக்கூறுகளின் பொலிவுகளில் உள்ள வேறுபாட்டுக்கு நேர்விகிதமான முறையில் இந்த மின்னோட்டமும் மாறுபடும். அதைப்பற்றிய தகவல் மின்காந்த அலைகளாக மாற்றப்பட்டு ஒளிபரப்பாகிறது அல்லது மின்னோட்ட வடிவிலேயே கம்பிகள் மூலம் அனுப்பப்படுகிறது. இந்த மின்னோட்டம் ஏற்பியிலுள்ள படம் காட்டும் குழலுக்குள் செலுத்தப்படும்போது, படமெடுக்கும் குழலில் நிகழ்ந்த நிகழ்ச்சிகள் நேர் எதிரான வரிசையில் நிகழ்கின்றன. மின்னோட்டத்தின் வலிமையில் தோன்றும் ஏற்ற இறக்கங்களை ஒத்த வகையில் ஏறி இறங்கும் செறிவுடன் ஓர் எலெக்ட்ரான் கற்றை படம் காட்டும் குழலில் நிகழ்கிற வரியோட்டத்தில் முழுமையான நேரப் பொருத்தமுள்ளதாகப் படம் காட்டும் குழலில் வரியோட்டம் நிகழ்கிறது. படம் காட்டும் குழலிலுள்ள ஒளிர்திரையில், எலெக்ட்ரான் கற்றையின் செறிவுக்கு நேர் விகிதமான பொலிவுள்ள ஒளிப்புள்ளிகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு படமெடுக்கும் குழலின் திரையில் உள்ள ஒவ்வொரு படக்கூறின் ஒளிப்பொலிவும் அதே அளவில் படம் காட்டும் குழலில் அதை ஒத்த இடத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு படக்கூறுக்கு உண்டாக்கப்படுகிறது. இதனால் படமெடுக்கும் குழலினைத் திரைப்பிம்பம், மாறுதலின்றிப் படம் காட்டும் குழலின் திரையில் உண்டாகிறது. வண்ணப்படம் எடுக்கும் தொலைக்காட்சியில் வண்ணக் கூறுகளும் இதே போல் படம் எடுக்கும்குழலின் திரையிலிருந்து படம் காட்டும் குழலின் திரைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

வரிக்கண்ணோட்டம். தொலைக்காட்சியின் திரையில் உண்டாகும் முழுமையான பிம்பம், சட்டம் (frame) எனப்படும். அமெரிக்கக் கருவிகளில் உள்ள சட்டங்கள் 525 கோடுகளும் மற்ற நாட்டுக் கருவிகளில் உள்ள சட்டங்கள் 625 கோடுகளும் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொரு கோட்டிலும் பல நூறு படக்கூறுகள் உள்ளன. எலெக்ட்ரான் கற்றை ஒவ்வொரு படக்கூறையும் வரிக்கண்ணோட்டமிடும். அமெரிக்க அமைப்பில் ஒரு நொடிக்கு 30 படங்களும் மற்ற நாட்டு அமைப்புகளில் 25 படங்களும் தோன்றும்படியாக ஒவ்வொரு படக் கூறிலிருந்தும் அதன் பொலிவுக்கு நேர்விகிதமான வலிவுள்ள மின் சைகை உண்டாகி ஏற்பிக்கு அனுப்பப்படும். எலெக்ட்ரான் கற்றை இடமிருந்து வலமாக ஒரு கோட்டை வரிக்கண்ணோட்டமிட்டு முடித்ததும் அது அடுத்த கோட்டின் இட முனைக்குப் பாயும்போது அது மறைக்கப்பட்டுவிடும். இந்த இடைவெளியில் ஏற்பியில் உள்ள வரிக்கண்ணோட்டச் செயல்பாடு, அலைப்பரப்பியில் உள்ள வரியோட்டச் செயல்பாட்டுடன் நேரப் பொருத்தம் கொள்ளும்படியாக நேரப் பொருத்தச் சைகைகள் அனுப்பப்படுகின்றன.

பார்வை நீடிப்பை முழுமையாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கிற வகையில் ஒவ்வொரு சட்டமும் இரு முறை வரியோட்டம் செய்யப்படுகிறது. ஒரு கோடு விட்டு ஒரு கோடு அடுத்தடுத்து வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படும். இது இடைப்பின்னல் வரியோட்டம் (interlaced scanning) எனப்படும். 1/30 நொடியில் 525 அல்லது 1/25 நொடியில் 625 கிடைக் கோடுகள் வரிக்கண்ணோட்டமிடப்படுகின்றன. அதாவது ஒரு சட்டம் நொடிக்கு 30x525=15,750 முறை அல்லது 25X625=15,625 முறை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படும். இது கிடை வரிக்கண்ணோட்ட வீதம் எனப்படும். 1/30 நொடியில் எலெக்ட்ரான் கற்றை மேலிருந்து கீழாக இரண்டுமுறை இறங்குகிறது. எனவே செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்ட வீதம் நொடிக்கு 60 முறை ஆகும். 1/25 நொடியில் வரிக்கண்ணோட்டம் நிகழ்கிற கருவிகளில் செங்குத்து வரியோட்ட வீதம் நொடிக்கு 50 முறையாகும். காண்க: தொலைக்காட்சி வரிக்கண்ணோட்டம்

பட்டையகலம் (bandwidth). எந்தவொரு தகவல் பரப்பு அமைப்புக்கும் தேவைப்படுகிற பட்டையகலம், ஒரு நொடியில் அனுப்பப்படவேண்டிய தகவல் கூறுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்த ஒரு சார்பெண் ஆகும். தொலைக்காட்சிப் படத்துக்கு ஏற்புடைய பிரிகைத்திறன் உண்டாக வேண்டுமெனில் பெரும் எண்ணிக்கையிலான நுண்ணிய சதுர வடிவான படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் பெரிதாக இருக்கும். படித்தர எண்ணிக்கையான 525 அல்லது 625 என்பது செங்குத்து விவரங்களின் எண்ணிக்கையை அறுதியிடுகிறது. படத்தின் அகலத்துக்கும், உயரத்துக்கும் இடையிலான விகிதம் அகல உயரத் தகவு (aspect ratio) எனப்படுகிறது. இது படித்தரமாக 4:3 என அறுதியிடப் பட்டுள்ளது. இதில் கிடைப் பிரிகைத் திறனும் செங்குத்துப் பிரிகைத் திறனும் சம அளவிலிருப்பதற்கு 700 கிடைப் படக்கூறுகள் அல்லது 350 கறுப்பு வெள்ளை சதுர இரட்டைகள் தேவைப்படுகின்றன. படம், நொடிக்கு 30 முறை தோன்றி மறைகிறது. எனில் 525x350x30=5,512,500 முழு அலைவுகள் ஒரு நொடியில் உண்டாகின்றன. நடைமுறையில் இதைவிடக் குறைவான எண்ணிக்கையிலேயே அலைவுகள் அலைப் பரப்பப்படுவதும், ஏற்கப்படுவதும் நிகழும். உண்மையில் அலைப்பரப்பப்படும் வீடியோ அதிர்வெண்ணின் உயர் மதிப்பு 4.2 MHZ மட்டுமேயாகும்.

அதிர்வெண். நேரப்பொருத்தமுள்ள படச் சைகைகளையும் ஒலிச் சைகைகளையும் பரப்புவதற்காக ஒரு தொலைக்காட்சி நிலையத்துக்கு ஒதுக்கப்படுகிற அதிர்வெண் பட்டை தொலைக்காட்சித் தடம் (channel) எனப்படும். அமெரிக்க அமைப்புகளில் ஒரு தொலைக்காட்சித் தடம் 6 MHZ அகலமுள்ளது.ஒளி ஊர்தி அலை இந்தப் பட்டையின் சிறும அதிர்வெண்ணைவிட 1.25 MHZ மிகுதியாகவும், ஒலி ஊர்தி அலை பட்டையின் பெரும அதிர்வெண்ணைவிட 0.25 MHZ குறைவாகவும் ஆன அதிர்வெண்கள் அளிக்கப் பட்டுள்ளன.

ஒலி பரப்பல். பொதுவாகத் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியின் ஒலிப்பகுதி அதிர்வெண் பண்பேற்ற முறையில் அனுப்பப்படும். ஒலி ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண் ஒளி ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண்ணைவிட மிகுதியாயிருக்கும். ஒலி அலைகளின் பட்டை அகலம் 25 KHZ ஆக அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

குறைவான ஒலி அதிர்வெண்களைவிட மிகுதியாக உயர் ஒலி அதிர்வெண்களுக்கு இன்றியமையாமை அளிப்பதற்காக அலைப்பரப்பியில் இயல்பான அதிர்வெண் மறுவிளைவு மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. இதை முன்வலிவூட்டல் (preemphasis) என்பர். அதிர்வெண் உயருவதற்கேற்ப ஒலிமறுவிளைவின் அளவு அதிகரிக்குமாறு செய்கிற ஒரு மின்சுற்றின் உதவியால் இது நிகழ்த்தப்படுகிறது. இதை ஒத்த இன்னொரு மின்சுற்று ஏற்பி முனையில் அதிர்வெண் உயருவதற்கேற்ப ஒலி மறு விளைவின் அளவு அதே அளவில் எதிர்த்திசையில் குறையுமாறு செய்கிறது. இவ்வாறு செய்வதன் மூலம் ஒட்டு மொத்தமான ஒலி அதிர்வெண் மறுவிளைவு பாதிக்கப்படாத வகையில் ஏற்பியில் தோன்றும் ஓசை தணிக்கப்படுகிறது.

பட அலைப்பரப்பு. ஒளிச்சைகைகள் அலைப் பரப்புத் தடத்தின் கீழ் வரம்பைவிட 1.25 MHZ மேலான அதிர்வெண்ணுள்ள ஊர்தியலை மூலம் பரப்பப்படும். அவை வீச்சுப் பண்பேற்ற முறையிலும் எச்ச நிலைப் பக்கப்பட்டை அலைப்பரப்பு முறையிலும் (vestigial sideband transmission) பரப்பப்படுகின்றன. மேல் பக்கப் பட்டை முழுமையாக அலைப் பரப்பப்படுகிறது. ஆனால் கீழ்ப் பக்கப்பட்டை ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண்ணுக்கு 0.5 MHZ குறைவான அதிர்வெண்ணில் இத்தணிப்பு முழுமை பெறும். இவ்வகையான அலைப்பரப்பல் முறையின் மூலம் தடத்தின் பட்டையகலத்தைக் குறைக்க முடிகிறது. மேலும் கிடைக்கிற ரேடியோ அலை நிறமாலையில் பெரும் எண்ணிக்கையிலான தடங்களை இடம்பெறச் செய்ய முடிகிறது.

அமெரிக்க அமைப்புகளில் பட அலைப்பரப்பில் எதிரினப் பண்பேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி, சைகையேற்பை நேரப் பொருத்தம் செய்யும்போது உண்டாகும் ஓசையைக் குறைப்பர். எதிரினப் பண்பேற்றம் செய்யும் முறையில் ஒளிச் சைகையின் பொலிவு அதிகரித்தால், ஒளி பரப்பப்படும் ஆற்றலின் அளவு குறையும். மற்றச் சில அமைப்புகள் இதே நோக்கத்தில் நேரினப் பண்பேற்றத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன.

பன்மைப் பிம்பங்கள் (ghost images). ஓர் அலைப் பரப்பியிலிருந்து புறப்படும் ரேடியோ அலைகள் ஒரு நேர்கோட்டில் பயணம் செய்து ஏற்பியை அடைவதே வழக்கம். குறுக்கு வழியிலும் ஏற்பியைச் சென்றடைவதும் உண்டு. மலை, உயர்ந்த கட்டடங்கள் போன்ற பெரிய பொருள்களில் மோதித் திருப்பப்பட்டு அலைகள் ஏற்பியை அடைவது சுற்று வழியாகும். இவ்வாறு சுற்று வழியில் வரும் அலைகள் நேர் வழியில் வரும் அலைகளுக்குப் பின்னால் வந்து சேரும். இதன் காரணமாக நேர்வழி அலைகளினால் உண்டாகும் பிம்பத்துக்கு வலப் புறத்தில் பிறிதொரு பிம்பமும் திரையில் உண்டாகும். இவ்விரு பிம்பங்களுக்கம் இடையிலான இடைவெளி சுற்றுவழியின் கூடுதல் பயணத் தொலைவைப் பொறுத்துச் சில மில்லி மீட்டர்கள் முதல் பல சென்டிமீட்டர் வரை இருக்கும். இந்த இரண்டாம் பிம்பம், பன்மைப் பிம்பம் எனப்படும். அலையைத் திருப்பக்கூடிய பல பொருள்கள் அருகிலிருந்தால் பன்மைப் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையும் மிகும். குறுக்கு வழிப் பிம்பங்கள் உணர் சட்டத்தின் இணைப்புக் கம்பிகள் அலைகளை வாங்கி ஏற்பிக்கு அனுப்பி விடுவதாலோ, தொலைக்காட்சிப் பெட்டியிலுள்ள உணர்சட்டம் செருகு முனைகள் அலைகளை வாங்கு வதாலோ ஏற்படும். அவை நேர்வழிப்பிம்பத்துக்கு இடப் பக்கத்தில் தோன்றும்.

ஓசை, பனிப்பொழிவு. அனைத்து மின்னணுவியல் மின்சுற்றுகளிலும் உள்ளிடப்படும் சைகைக்குச் தொடர்பில்லாத மின்னழுத்தங்களும் மின்னோட்டங்களும் தோன்றும். இவற்றை ஓசை (noise) என்பர். தொலைக்காட்சித் திரைகளில் இவை பனிப்பொழிவு போன்று தோற்றமளிக்கும் வெள்ளைப் புள்ளிகளை உண்டாக்குவதால் அவற்றைப் பனிப்பொழிவு (snow) எனவும் குறிப்பிடுவர். ஏற்பியின் உள்ளீடு மின்சுற்றில் ஓசை அல்லது பனிப்பொழிவு தோன்றும்போது வெளிப்படும் சைகையின் தரத்தில் பெரும் சீரழிவு ஏற்படும். ஏனெனில் அங்குதான் அடிப்படையான சைகை ஓசைத் தகவு வழக்கமாக நிறுவப்படுகிறது. மின் தடையுள்ள உள்ளிடு பகுதி உறுப்புகளில் வெப்பத்தினால் ஏற்படும் மூலக்கூறு அதிர்வுகளின் காரணமாகவே அப்பகுதியில் ஓசை பெருமளவில் ஏற்படுகிறது. உள்வரும் சைகை மிகவும் வலிமை குறைந்ததாக இருக்குமானால் படம் காட்டும் திரையில் வெள்ளைப் புள்ளிகள் தோன்றும். திரையில் காணும் பிம்பத்தில் ஓசை காரணமாக வேறு விதமான உருக்குலைவுகளும் ஏற்படுவதுண்டு. ஆனால் பனிப்பொழிவே மிகுதியும் ஏற்படும் ஒளி விளைவு ஆகும்.

தொலைக்காட்சி சைகை கிளறல் (scrambling). கட்டணம் செலுத்திப் பார்க்கக்கூடிய வகையில் ஒளி பரப்புகளை அனுப்புகிற நிறுவனங்கள், கட்டணம் செலுத்துகிற சந்தாதாரர்களின் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளில் மட்டுமே தம் நிகழ்ச்சிகள் தெரியும் வகையிலும், மற்றவர்களின் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளில் அவை தெரியாத வகையிலும் சில உத்திகளைக் கையாளும். அதற்கான கருவிகள் கிளறல் கருவிகள் எனப்படும் நேரப் பொருத்த சைகைகள் முன் கூட்டியே தீர்மானிக்கப்பட்ட, பொது வாய்ப்புள்ள வகையில் மாறும்படிச் செய்தால், சாதாரணமான ஏற்பிகளில் அவற்றைப் பெறமுடியாது. ஏற்பியுடன் கிளறல் நீக்கக் கருவிகளை இணைத்தால் தான் அந்த நிகழ்ச்சிகளைக் காணமுடியும். அதற்கெனவே அனுப்பப்படும் சைகை அல்லது கருவிக்குள்ளேயே அமைந்த சங்கேத உறுப்பின் உதவியால் ஏற்பியில் நேரப் பொருத்தம் உண்டாக்கப்பட்டுத் திரையில் சாதாரணமாகப் பிம்பம் தென்படும்.

தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளைப் பதிவு செய்தல். நேரடியாக ஒளிபரப்பப்படத் தேவையில்லாத நிகழ்ச்சிகளை, பின்னொரு நேரத்தில் ஒளிபரப்புவதற்காகப் பதிவு செய்து வைத்துக் கொள்வர். மறு ஒளிபரப்புக்காகவும், வேறு பல நோக்கங்களுக்காகவும் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளைப் பதிவு செய்வதுண்டு. இதற்கு வீடியோ நாடாப் பதிவு முறை இன்றியமையாதது. அதில் ஒரு காந்த நாடாவில் ஒளியும், ஒலியும் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. அவை மின் சைகைகளாக மாற்றப்பட்டுப் பதிவு செய்யும் முனைகளில் செலுத்தப்படும். காந்த நாடா அந்த முனைகளைக் கடந்து செல்லும்போது, அதில் பரப்பப்பட்டுள்ள நுண்ணிய இரும்புத் துகள்களில் சைகை மின்னோட்டம் காந்தத் தன்மையை உண்டாக்கு கின்றது. இவ்வாறு ஒளி - ஒலிப் பதிவு செய்யப்பட்ட நாடா மீட்பு முனைகளைக் கடந்து செலுத்தும்போது, அந்தக் காந்தப் புலங்கள் ஒரு சைகைச் சேகரிப்புச் சுருளில் பரவுகின்றன. அதில் ஒளி, ஒலி சைகைகளுக்கு நேர்விகிதமான மின்னோட்டங்கள் தோன்றித் தக்க கருவிகளின் மூலம் உருப்பெருக்கப்பட்டு மீண்டும் ஒளியாகவும் ஒலியாகவும் மாற்றப்படும். வீடியோ நாடாப் பதிவு முறையில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. குவாட்ருப்ளக்ஸ் (quadruplex) எனப்படும் முறை பெருமளவில் தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. எழுசுருள் முறை (helical) என்பது தொடக்கக் காலங்களில் மூடிய சுற்றுத் தொலைக்காட்சி அமைப்புகளில் மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்து இப்போது ஒளிபரப்புக்கும் பயன்படுகிறது.

வீடியோ நாடாவில் பதிவு செய்தவுடன் வேறு பக்குவப்படுத்தும் நடவடிக்கையேதும் தேவைப்படாமல் அதை உடனடியாகப் பயன்படுத்த முடியும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அத்துடன் அதிலுள்ள பதிவுகளை அழித்துவிட்டு, வேறு நிகழ்ச்சியைப் பதிவு செய்ய அதைப் பயன்படுத்தவும் முடியும். நிகழ்ச்சிகளை முன்கூட்டியே பதிவு செய்து வைத்துக் கொள்வது, மறு ஒளிபரப்புச் செய்வது, சிறப்பு நிகழ்ச்சிகளைப் பதிவு செய்வது, பரிசோதனை தொடர்பான ஒளிபரப்பு, நடிப்புப் பயிற்சி எனப் பல நோக்கங்களுக்கு வீடியோ நாடா பேருதவி செய்கிறது.

குவாட்ருப்ளக்ஸ் முறை. இதற்கான காந்த நாடா 50.8 மி.மீ. அகலமுள்ளது. பதிவு செய்வதற்கு முன் வீடியோ சைகை ஓர் ஊர்தியலையை அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்கிறது. அதன் காரணமாகக் கீழ்ப்பட்டை ஒற்றை வண்ணப் பதிவில் 4.25-6.8 MHZ வரையான ஏற்ற இறக்கமும் உயர் பட்டை பல வண்ண ஒளிப்பதிவில் 7.06-10 MHZ வரையான ஏற்ற இறக்கமும் ஏற்படும். ஓர் எச்சநிலைப் பக்கப் பட்டைச் சைகை நாடாவுக்குக் குறுக்காக 0.25 மி.மீ. தடிமனுள்ள தடங்களில் நான்கு காந்த பதிவு முனைகளால் பதிவு செய்யப்படும். அந்தக் காந்தப் பதிவுமுனைகள் 50.8 மி.மீ. விட்டமுள்ள ஒரு சக்கரத்தின் பரிதியில் சம இடைவெளிகளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அந்தச் சக்கரம் நொடிக்கு 14,400 முறை சுழலும்; ஒவ்வொரு குறுக்குத் தடத்திலும் ஏறக்குறைய 18.4 வரியோட்டக் கோடுகள் பதிவாகும். 525 வரிகளைக் கொண்ட ஒரு படச்சட்டம், நாடாவின் 12.7 மி.மீ. நீளத்தில் 32 குறுக்குத் தடங்களாகப் பதிவாகும். ஒளிச் சைகைகளுடன் கூடவரும் ஒலிச் சைகைகளும் கட்டுப்பாட்டுச் சைகைகளும் தனியான பதிவு முனைகளால், நாடாவின் நீளத்திற்கு இணையாக அமைந்த தனியான தடங்களில் பதிவு செய்யப்படும். சைகை மீட்பின்போது அதிர்வெண் பண்பேற்றச் சைகை நாடாவிலிருந்து மீட்கப்பட்டுப் பண்பிறக்கம் செய்யப்படும்.

சுருள் வரியோட்ட முறை. இம்முறையில் 12.7, 17.7, 25.4, 50.8 ஆகிய பல்வேறு அகலங்களுள்ள காந்த நாடாக்கள் பயன்படுகின்றன. 25.4 அகலத்தில் C வகை வடிவமைப்பில் பதிவு செய்கிற எழுசுருள் பதிவுக் கருவிகள் ஒளிபரப்புகளில் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் மூன்று ஒலிப்பதிவுத் தடங்கள் உண்டு. அவற்றில் இரண்டைப் பயன்படுத்தி முப்பரிமான (stereo) ஒலிப்பதிவு செய்ய முடிகிறது. மூன்றாம் தடம் நேரச் சைகையைப் பதிவு செய்யப் பயன்படுத்தப்படும். இந்தக் கருவிகளில் இரண்டு சுழலும் வீடியோப் பதிவு முனைகள் இருக்கும். ஒரு முனை வீடியோ சைகைகளைப் பதிவு செய்யவும், மீட்கவும் பயன்படுகிறது. இத்தகைய கருவியமைப்பில் தொடர்ச்சியாகப் பதிவு செய்ய முடிகிறது. காந்த நாடாவில் சிறு சிறு பகுதிகளில் காந்தத் துகள்கள் இராமற்போகக் கூடிய வாய்ப்பினால் உண்டாகும் விடுபட்ட குறை (drop out) என்னும் பிழை ஏற்படாது; வண்ணப் பட்டைகள் இடையிடையே தோன்றும் குறையும் வராது.

தொலை எழுத்தும், வீடியோ எழுத்தும். எழுத்துகளையும், எண்களையும் தொலைக்காட்சி முறையில் அனுப்புவது தொலையெழுத்து (teletext) எனப்படும். இம் முறையில் அச்சிட்ட தாள், தட்டச்சுப் படி, கையெழுத்துப் படி,

எளிய படங்கள் ஆகியவை குறைந்த செலவில் ஏராளமான பயனீட்டாளர்களுக்கு அனுப்பப்படும். இவ்வகையில் அனுப்பப்படும் இலக்கவியல் சைகைகளைப் பயனீட்டாளரின் தொலைக்காட்சி ஏற்பி ஒளிச்சைகைகளாக மாற்றித் திரையில் எழுத்துகளாகவும், படங்களாகவும் காட்டும். இத்தகைய தகவல்கள் இலக்க வடிவில் திரையின் மேல் பகுதியில் மறைந்துள்ள, நடைமுறையில் இராத வரிகளில் செலுத்தப்படும். அப்பகுதி செங்குத்து இடைவெளிப் பகுதி (vertical interval) எனப்படுகிறது. இம்முறையில் வானிலை அட்டவணைகள், நிகழ்ச்சி நிரல்கள், சந்தைக் குறியீடு, கடை விலை, பங்குச் சந்தை அறிக்கை போன்ற தகவல்கள் பரப்பப்படுகின்றன.

ஒரு தகவல் தளம் (data base) பக்கங்களை உருவாக்கி, தேவைப்படும்வரை சேமித்து வைத்து, இலக்கவியல் சங்கேதங்களாக மாற்றி அவற்றைச் செங்குத்து இடைவெளிப் பகுதியில் நுழைக்கும். ஏற்பியிலுள்ள ஒரு சங்கேத நீக்கிக் கருவி (decoder) இலக்கவியல் துடிப்புகளைத் துலக்கி அவற்றின் செய்திகளை மீட்டுச் செங்குத்து இடை வெளியிலிருந்து வெளிப்படுத்தி அவற்றை எழுத்துப் பக்கங்களாக உருவாக்கிவிடும். பக்கங்களில் செய்திகள் எழுத்துகளாகவும் எண்களாகவும் படங்களாகவும் மாற்றிப் பதியப்படும். பின்னர் அவை ஒரு சிறு கணிப்பொறியில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. செய்திகள் சங்கேத நீக்கம் செய்யப்பட்டபின் அவை ஒரு நினைவுப் பகுதியில் தேக்கி வைக்கப்படும். பயனீட்டாளர் தம்மிடமுள்ள கட்டுப்பாட்டுக் கருவியில் உள்ள ஒரு குமிழை அழுத்தியவுடன், நினைவுப் பகுதியில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள விவரப்பட்டியல் திரையில் தோன்றும். அதில் தனக்குத் தேவையான தலைப்பைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டு வேறு சில குமிழ்களை அழுத்தினால் அத்தலைப்பில் அடங்கியுள்ள விவரங்கள் திரையில் தெரியும்.

தொலைக்காட்சி ஏற்பிக்கும் ஒரு கணிப்பொறிக்கும் இடையில் தொலைபேசித் தடங்கள் மூலம் இணைப்பு ஏற்படுத்தித் தகவல்களைப் பரிமாறிக் கொள்ளும் முறை வீடியோ எழுத்து (videotext) எனப்படுகிறது.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி

ஓர் அலை ஏற்பியில் வாங்குமாறு, ஒளி மற்றும் ஒலிச் சைகைகளைப் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட ரேடியோ அதிர்வெண் ஆற்றலாக மாற்றி அனுப்புகிற எலெக்ட்ரானிக் கருவி தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி எனப்படும். தொலைக்காட்சி அலைகளைப் பரப்பும் கருவி, அதனுடன் இணைந்த ஒளி மற்றும் ஒலி உள்ளிடு கருவிகள், கண்காணிப்புக் கருவிகள், ஆற்றல் கடத்தும் கம்பிகள், உணர்சட்டம், அதைத் தாங்கும் கோபுரங்கள் அல்லது தாங்கிக் கட்டமைப்புகள், இவையனைத்தையும் உள்ளடக்கிய கட்டங்கள் ஆகியவை அடங்கிய முழு நிலையத்தைக் குறிப்பிடவும் அலைப்பரப்பி என்னும் சொல் பயன்படும்.

தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி அமைப்பில் இரண்டு பரப்பிகள் ஒரே பெட்டிக்குள் அமைந்திருக்கும். ஒளிச் சைகைகளும் ஒலிச் சைகைகளும் தனித்தனியான பரப்பிகள் மூலம் பரப்பப்படுகின்றன. ஒளி, ஒலி பரப்பும் வெவ்வேறு தன்மைகளைக் கொண்டவை. எனவே இரண்டு பரப்பிகளிலும் பட்டை, அகலம், பண்பேற்ற உத்தி, வெளியீட்டு ஆற்றல் ஆகியவை வெவ்வேறாக இருக்கும். எனினும் அலைப்பரப்புக்கு பொதுவான ஓர் உணர்சட்டமே போதுமானது. ஒரு ரேடியோ மூலமாக ஒளி பரப்பியும் ஒலி பரப்பியும் அந்த உணர்சட்டத்திற்குச் சைகைகளை அனுப்புகின்றன.

ஒரு தொலைக்காட்சி நிலையத்திற்கு குறிப்பிட்ட ஒரு தடத்தில் மட்டுமே அலைப்பரப்ப உரிமம் அளிக்கப்படுகிறது. ஒரு தொலைக்காட்சிப் படத்தை ஒளிபரப்ப மிக அகலமான அலைப் பட்டை தேவைப்படும். எனவே இத்தடங்கள் ஓர் அகன்ற அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் இடமளிக்கப்படுகின்றன. 2- 6 தடங்கள் மிக அதிர்வெண்ணுள்ள (VHF) கீழ்ப்பட்டைத் தடங்கள், 7-13 தடங்கள். மீவுயர் அதிர்வெண்ணுள்ள மேல் பட்டை - தடங்கள், 14 முதல் 83 வரையிலான தடங்கள் மேல் உயர் அதிர்வெண்ணுள்ள (ultra high frequency) தடங்கள், 6 MHZ அகலமுள்ளவை. இவ்வாறு அதிர்வெண்கள் பெரும் நடுக்கத்தில் அமைந்துள் ளமையால் தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பிகள் மேற்சொன்ன தடக்குழுக்களில் ஏதாவது ஒன்றை மட்டுமே பயன்படுத்துகிற வகையில் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. ஒரு தடத்தில் மிகுந்த பயனுறு திறனுடன் செயல்படுகிற தனிவகை மின் சுற்றுகளை மட்டுமே அவை பயன்படுத்துகின்றன. எனினும் ஒரு தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி எந்த ஓர் அதிர்வெண்ணைப் பயன்படுத்தினாலும் நாட்டின் விதிமுறைகளை அறுதியிடுகிற ஒரு படித்தரமான தொலைக்காட்சிச் சைகையை அலைபரப்புகிறது. இதன் மூலம் அனைத்துத் தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பிகள் [illegible] சைகைகளை ஏற்கக்கூடிய ஏற்பிகளை உற்பத்தியாளர்கள் உருவாக்கி விற்பனை செய்ய முடிகிறது. அமெரிக்க அமைப்புகளில் ஒளி பரப்பிகள் ஊர்தியலையின் அதிர்வெண்ணுக்கு மேல் 4.2 MHZ வரையிலும் கீழே 0.75 MHZ வரையிலும் அகன்ற வீச்சுப் பண்பேற்ற ஊர்தியலையைப் பரப்புகின்றன. ஊர்தியலைக்கு மேலும், கீழும் உள்ள இந்த அதிர்வெண் பட்டைகள் பக்கப்பட்டைகள் (sidebands) எனப்படுகின்றன. கீழ்ப்பக்கப் பட்டை ஒரு சிறிய அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் அமைக்கப்படுகிறது. இரண்டு பக்கப் பட்டைகளிலும் ஒரே சைகையே அனுப்பப்படுகிறது. எனவே படத்தை ஒளி பரப்ப ஒரு பக்கப் பட்டை மட்டும் போதுமானது. இவ்வாறு ஒளி பரப்புகிற முறை எச்ச நிலைப் பக்கப்பட்டை ஒளிபரப்பு (vestigial side band transmission) எனப்படு

அமெரிக்க அமைப்புகளில் ஒலி அலை அதிர்வெண் பண்பேற்ற முறையில் பரப்பப்படுகிறது. அதன் ஊர்தியலை ஒளி ஊர்தியலையை விட 4.5 MHZ மிகுதியான அதிர்வெண்ணுள்ளது. இவ்வாறு இடைவெளி விட்டு ஊர்தி அலைகளை அனுப்புவதன் காரணமாகப் பெரும்பாலான தொலைக்காட்சி ஏற்பிப் பெட்டிகளில் ஓர் எளிய ஒலி ஏற்பியைப் பயன்படுத்தினால் போதும். ஒலி அலைப்பரப்பியில் 25 KHZ நெடுக்கத்தில் ஏற்ற இறக்கங்கள் அமைந்திருப்பது 100% பண்பேற்றமாக வரையறுக்கப்படுகிறது. குறைந்தது 50HZ - 15 HZ அதிர்வெண்களைக் கொண்ட ஒலிப் பண்பேற்ற அலைகளை மாற்றமின்றி மெய்த் தன்மையுடன் அனுப்பக் கூடியதாக அலைப்பரப்பி இருக்க வேண்டும்.

அலைப்பரப்பியின் திறன். தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பிகள் பரப்பக்கூடிய சைகைகளின் ஆற்றலுக்கு வரம்புகள் விதிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதற்கு விளைவுறு கதிர்வீச்சுத்திறன் (effective radiated power) அலைப் பரப்பி வெளியிடும் ஆற்றல், அலைப்பரப்பி உணர்சட்டத்திறன் லாபம், அலைப்பரப்பிக்கும் உணர்சட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள இணைப்புக் கம்பிகளில் ஏற்படுகிற ஆற்றல் இழப்புகளின் காரணமாக உண்டாகும் பயனுறு திறன் காரணி ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை விளைவுறு கதிர்வீச்சு திறன் எனப்படுகிறது.

ஏற்பியில் வந்து சேரும் சைகையின் வலிமை சீராக இருக்கும் பொருட்டு, மேலுயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பி நிலையங்கள் உயர்பட்டை மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பி நிலையங்களை விட மிகு ஆற்றலுடன் செயல்பட அனுமதிக்கப்படும். உச்ச அளவாக 5MW விளைவுறு ஒளியலை கதிர்வீசுதிறனுடன் அவை செயல்படும். உயர்பட்டை மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப் பரப்பிகள் கீழ்ப்பட்டை மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப் பரப்பிகளைவிட மிகுந்த திறனுடன் அலைப் பரப்பும். உயர்பட்டை மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பிகள் உச்ச அளவாக 100 KW அளவிலும் அலைப் பரப்புகின்றன. ஓர் அலைப்பரப்பி நிலையத்தின் உணர்சட்டம் சராசரித் தரைப் பரப்பிலிருந்து 305 மீட்டருக்கு அலைப்பரப்பக்கூடிய உச்ச அளவு ஆற்றல் விகித அளவில் குறைக்கப்படுகிறது. அதிர்வெண் பண்பேற்றம் பெற்ற ஒலிச்சைகை ஒளிச்சைகையை விட மேலான வகையில் பரவுவதால், ஒலிச்சைகையின் அலைப் பரப்பு ஆற்றல் ஒளிச் சைகையின் அலைப் பரப்பு ஆற்றலில் பத்தில் ஒரு பங்கு அல்லது ஐந்தில் ஒரு பங்கு அளவேயிருக்கும்படி விதி செய்யப்பட்டிருக்கிறது.

அலைப்பரப்பு உணர்சட்டங்களின் திறன் லாபம், ஒன்றை விட மிகுதியாக இருப்பது வழக்கம். எனவே தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பிகள் விளைவுறு கதிர்வீசு திறனின் ஒரு பின்ன அளவை வெளியிட்டால் மட்டும் போதும். நவீன அலைப் பரப்பிகள் கீழ்ப்பட்டை மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப் பரப்புக்கு 10W - 30KW வரையும், மேல் பட்டை மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப் பரப்புக்கு 10W - 75 KW வரையும் அலைப்பரப்புத் திறன் கொண்டுள்ளன. மேலுயர் அதிர்வெண் அலைப் பரப்பிகள் 100 W - 165 KW அலைப் பரப்புத் திறன் பெற்றுள்ளன.

மிகக் குறைந்த அலைப்பரப்புத் திறனுள்ள அலைப் பரப்பு நிலையங்கள் பொதுவாக அஞ்சல் நிலையங்கள் என்று வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. உயர் திறன் அலைப்பரப்பு நிலையங்களிலிருந்து பரப்படுகிற சைகைகள் புவியியல் அமைப்பு காரணமாகவோ, வேறு காரணங்களாலோ சில பகுதிகளிலுள்ள தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளைச் சென்றடைய முடியாமல் போகும்போது குறைந்த திறன் அலைப்பரப்பு நிலையங்கள் அந்தச் சைகைகளை அஞ்சல் செய்து அப்பகுதிகளுக்கு அனுப்பி வைக்கும். அஞ்சல் நிலையம் முதன்மை ஒளிபரப்பு நிலையத்திலிருந்து வரும் சைகைகளை முதல் தடத்தில் ஏற்று, அவற்றை பிறிதொரு தடத்துக்கு மாற்றி ஒளி பரப்பும். இதன் மூலம் உயர்திறன் கலந்து குழப்புவது தவிர்க்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சைகைகளை ஒரு தடத்தில் வாங்கி, மற்றொரு தடத்தில் அனுப்புவதால் அஞ்சல் நிலையங்கள், தடம் மாற்றிகள் (translators) எனவும் குறிக்கப்படுவதுண்டு.

அலைப் பரப்பு உணர்சட்டங்கள். அலைப்பரப்பு உணர்சட்டங்களின் லாபம் (gain) என்பது அவற்றின் வடிவமைப்பு, அவற்றிலுள்ள கூறுகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றின் சார்பு ஆகும். உணர்சட்டத்தின் பரிமாணம் மிகுதியானால் அலைப்பரப்பிப் பரப்பளவும் மிகுந்து லாபமும் கூடும். அத்துடன் ஒரே மாதிரியான உணர்சட்டக் கூறுகளைச் செங்குத்தாக அடுக்கிப் பொருத்துவதன் மூலமும் லாபத்தை பெருக்கலாம். மீவுயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பு நிலையங்கள் பொதுவாக ஐந்தை விடக் குறைவான உணர்சட்ட லாபத்துடன் இயங்குகின்றன. மேலுயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பி நிலையங்கள் சாதாரணமாக 50 வரை உணர்சட்ட லாபத்தில் செயல்பட்டு மிக அதிக அளவிலான விளைவுறு கதிர்வீச்சு திறனை உண்டாக்கு கின்றன.

பெரும்பாலான தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பு உணர்சட்டங்களிலிருந்து வெளிப்படும் கிடைத்தளக் கதிர் வடிவம் வட்டமாயிருக்கும். அதன் மூலம் அனைத்துத் திசைகளிலும் சமமான அளவிலான வலிமையுடன் சைகைகள் பரவும். உயர் லாப உணர்சட்டங்கள் அடிவானத்துக்குத் மேலும் கீழுமான செங்குத்துக் கோணங்களில் கதிர்வீசப்படும் திறனைக் குறைத்து அடிவானத்தை நோக்கிச் செலுத்தப்படும் ஆற்றலின் அளவை அதிகரிக்கின்றன. இதன் காரணமாக அலைப் பரப்பிக்கு நெருக்கமாக உள்ள சில ஏற்பிகளுக்கு வரும் சைகையின் வலிமை குறையக்கூடும். கற்றைச் சாய்வு (beam tilt), சுழி நிரப்பு (null fill) ஆகிய உத்திகளைப் பயன்படுத்தி உச்ச அளவு ஆற்றல் பாயும் திசையைக் கீழே தாழ்த்துவர்.

1978 ஆம் ஆண்டு வரை அனைத்துத் தொலைக்காட்சி நிலையங்களும் கிடைத்தளத்தில் முனைவாக்கம் செய்கிற உணர்சட்டங்களையே பயன்படுத்தி வந்தன. இதனால் மோட்டார் வண்டிகளின் மின் பொறிக்குமிழ் போன்ற கருவிகளிலிருந்து வெளிப்படும் செங்குத்துத் தளத்தில் முனைவாக்கம் கொண்ட ஓசைச் சைகைகள் குறுக்கிடாமல் தடுக்கப்பட்டன.

பின்னர் சில நிலையங்கள் வட்ட முனைவாக்கம் செய்யும் உணர் சட்டங்களைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கின. முயல் காது வடிவ உணர்சட்டங்களைப் பயன்படுத்தும் ஏற்பிகள் அத்தகைய சைகைகளை மேலான வகையில் ஏற்கமுடியும் எனக் கருதப்படுகிறது.

தொலைக்காட்சிச் சைகைகள் கண்பார்வைக்கோட்டில் பயணம் செய்வதால் ஒளிபரப்பு உணர்சட்டங்கள் சுற்றுப்புறத் தரை மட்டத்திலிருந்து இயன்ற அளவில் உயரமான இடத்திலிருக்குமாறு பொருத்தப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக உயரமான குன்று அல்லது கட்டடங்கள் சைகையின் நேர்கோட்டுப் பயணத்தில் குறுக்கிடுவது தவிர்க்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வட்டாரத்திலுள்ள ஏற்பிகளுக்குச் சைகைகளை வழங்குகிற அனைத்து அலைப் பரப்பு உணர் சட்டங்களும் ஒரே இடத்தில் நிறுவப்படுவது விரும்பத்தக்கது. இதன் மூலம் அனைத்துச் சந்தாதாரர்களும் தம் ஏற்பு உணர் சட்டங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் திருப்பி வைத்து, அனைத்து ஒளி பரப்புகளையும் பெற முடியும்.

அலைப் பரப்பி வடிவமைப்பு. மீவுயர் அதிர்வெண் ஒளி பரப்பி வடிவமைப்பில் இரண்டு வகையான தத்துவங்கள் பயன்படுகின்றன. பழமையான தத்துவப்படி ஊர்தி அலை ஒரு சராசரியான ஆற்றல் அளவில் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்டுப் பின்னர் நேர்கோட்டுப் பெருக்கிகளின் மூலம் விதிப்படியான வெளியீட்டு ஆற்றல் அளவுக்கு வலிவூட்டப்படும். பின்னர் இந்த உயர் ஆற்றல் ஊர்தி அலை வடிகட்டப்பட்டுத் தேவையான எச்சநிலைப் பக்கப் பட்டைச் சைகை பெறப்படுகிறது. இன்றைய நவீன தத்துவப்படி பண்பேற்றம் ஓர் இடைநிலை அதிர்வெண்ணின் மிகக் குறைந்த ஆற்றல் மட்டத்தில் நிகழ்த்தப்படுகிறது. பின்னர் பெரும் நிலைத் தன்மையுள்ள பரப்பு ஒலியலை வடிகட்டியின் உதவியால் இந்தக் குறைந்த ஆற்றல் சைகை வடிக்கட்டப்பட்டுத் தேவையான எச்சநிலைப் பக்கப்பட்டை பெறப்படுகிறது. அதன் பின்னர் சைகை ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண்ணுக்கு உயர்த்தப்பட்டு, நேர்கோட்டுப் பெருக்கிகளின் உதவியுடன் விதிக்கப்பட்ட வெளியீட்டுத் திறனுக்கு வலிவேற்றப்படுகிறது. இக்காலத்தில் ஏறக்குறைய அனைத்து அலைப்பரப்பு நிலையங்களும் இம்முறையே கையாளுகின்றன. பொதுவாக மேலுயர் அதிர்வெண் அலைப்பரப்பிகள் கிளிஸ்ட்ரான்கள் (klystrons) எனப்படும் மிகப்பெரிய குழல்களைப் பயன்படுத்திப் பெருமளவில் தேவைப்படும் ரேடியோ அதிர்வெண் ஊர்தி ஆற்றலை உற்பத்தி செய்கின்றன.

அனைத்து அலைப்பரப்பிகளிலும் ஓர் ஒளி மற்றும் ஒலிக்கிளர்வி (exciter) இருக்கும். அந்த உறுப்பு ஒளி மற்றும் ஊர்தி அலைகளின் செயல்பாட்டு அதிர்வெண்ணை அறுதியிடுகிறது. அது மிகுந்த நிலைத்தன்மையுடனிருக்க வேண்டும். விதிக்கப்பட்ட அளவிலிருந்து ஒரு கிலோ ஹெர்ட்சுக்குள் ஊர்தி அலைகளின் அதிர்வெண் இருக்க வேண்டும். ஒலி அலைக் கிளர்வி ரேடியோ அதிர்வெண் ஊர்தி அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணை, ஓர் ஆடியோ வீதத்தில் மாற்றுவதன் மூலம் தேவைப்படும் அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தை உண்டாக்குகிறது.

எந்த விதமான ஒளி அலைப் பண்பேற்ற அணுகுமுறை பயன்படுத்தப்பட்டாலும் சில அளவுகள் குறிப்பிட்ட ஏற்ற இறக்க வரம்புகளுக்குள் அமைய வேண்டுவது கட்டாயமாகும். ரேடியோ அதிர்வெண் திறன் பெருக்கிக் கட்டங்களின் நேர்கோட்டுத் தன்மையில் தோன்றும் பிறழ்ச்சிகளைத் தகுந்த மின் சுற்றுகளின் மூலம் ஈடுசெய்ய வேண்டும். உறையிடு நேரத் தாழ்வுகள் (envelope delays) என்னும் அலைப் பரப்பிக்குள் தோன்றும் நேரத் தாழ்வுகள் சந்தாதாரர்களின் ஏற்பிகளில் தோன்றும் நேரத் தாழ்வுகளை இட்டு நிரப்புகிறவையாக இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் பிம்பத்தில் நிறங்கள் சரியாக ஒன்றோடொன்று பொருந்தும். போதுமான பட்டை அகலத்தில் தட்டையான அதிர்வெண் மறுவிளைவு ஏற்பட்டால்தான் படம் விவரமாகவும், துல்லியமான வண்ணக் கலப்புடனும் உருவாகும் அளவுக்கு மீறி அகன்ற மறுவிளைவு அனுமதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே ஒரு குறை அனுமதிப்பு வடிகட்டியை வீடியோ உள்ளீடு மின்சுற்றில் இணைத்து 4.75 MHZ -க்கு மேற்பட்ட வீடியோ அலைச் சைகைகள் குறைந்தது 20 டெசிபல் வரை தணித்துவிடப்படும்.

வண்ணப்பட ஒளி பரப்பில், ஒளி ஊர்தியலைக்கு 3.58 MHZ க்கு மேலாக அமைந்துள்ள வண்ணத் துணை ஊர்தியலை படத்தின் பொலிவு நிலையில் (luminance level) ஏற்படும் மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படாமலிப்பது இன்றியமையாதது. பொலிவு நிலையில் ஏற்படுகிற மாற்றத்தால் நிறத் தெவிட்டல் நிலையில் (chrominance level) ஏற்படும் மாற்றம் வேறுபாட்டு லாபம் (differentialgain) எனப்படுகிறது. பொலிவு நிலையில் ஏற்படுகிற மாற்றத்தால் துணை ஊர்திக் கட்டத்தின் வண்ணச் சாயலில் ஏற்படும் மாற்றம் வேறுபாட்டுக் கட்டம் (differential phase) எனப்படும். இந்த இரண்டு அளவுகளும் இயன்ற வரை சிறுமமாக்கப்பட வேண்டும்.

கதிர் வீசப்படும் ரேடியோ அதிர்வெண் ஊர்தியலையும் கடுமையான கட்டுப்பாடுகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.

ஊர்தியலை அதிர்வெண்ணின் முழு எண் மடங்குகளைக் கொண்ட மடங்கு அலைகள் (harmonics) உச்ச அளவு ஆற்றல் மட்டத்தை விட 60 டெசிபலுக்கு மேற்பட்ட அளவில் தணிக்கப்பட வேண்டும். இதை நிறைவேற்றுவதற்காக, ஒளியலைப் பரப்பி ஒலியலைப் பரப்பி ஆகிய இரண்டின் வெளியீட்டுப் பகுதிகளிலும் ஒளி மற்றும் ஒலி டைப்ளக்சர்களுக்கு முன்னதாக மடங்கு அலை வடிகட்டிகள் பொருத்தப்படுகின்றன.

உயல் ஆற்றல் மட்ட எச்ச நிலைப் பக்கப் பட்டை வடிகட்டலைப் பயன்படுத்துகிற அலைப்பரப்பிகளில் பில்ட்டர்பிளக்சர் (filterplexer) என்னும் கருவி பல பணிகளுக்குப் பயன்படுவதுண்டு. அது பக்கப் பட்டை வடிகட்டி, ஒலி-ஒளி டைப்ளக்சர் ஆகிய இரண்டின் பணிகளையும் தனியாகவே செய்ய வல்லது.

நவீன அலைப்பரப்பிகள் முழு அளவில் திண்ம நிலை மின்னணு உறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஆயினும் இறுதித் திறன் பெருக்கிக் கட்டங்கள் மட்டும் தடுக்கிதழ்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. 1600 வாட் அளவு வரை ஆற்றல் பெருக்கிக் கட்டங்களில் அரைக் கடத்திப் பெருக்கிகள் பயன்படும். அதற்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் அளவுகளுக்கு உலோக அல்லது செராமிக் வெற்றிடக் குழல்கள் பயன்படுகின்றன.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைக்காட்சி அலையேற்பி

அலைப் பரப்பப்படுகிற பண்பேற்றிய ரேடியோ அதிர்வெண் சைகைகளை ஏற்று, நேரப்பொருத்தம் செய்யப்பட்ட ஒளிப் பிம்பங்களாகவும், ஒலியாகவும் மாற்றித் தொலைக்காட்சித் திரையில் பொழுதுபோக்கு அல்லது கல்வி நோக்கமுள்ள படக்காட்சிகளை உண்டாக்கும் கருவி தொலைக்காட்சி அலையேற்பி (television receiver) ஆகும். அதன் ரேடியோ அதிர்வெண் பகுதி கலக்கிப் பிரித்தல் தத்துவத்தில் (superheterodyne principle) செயல்படுகிறது.

பெருமளவு உற்பத்தி முறையில் வெளியிடப்பட்ட முதல் தொலைக்காட்சி ஏற்பி கறுப்பு - வெள்ளைப் பிம்பங்களை உண்டாக்கியது. பிற்காலத்தில் முழு வண்ணத்திலும், கறுப்பு வெள்ளையிலும் பிம்பங்களை உண்டாக்கும் ஏற்பி உருவாக்கப்பட்டு விற்பனைக்கு வந்தது. அதற்குப் பின் பன்மைத் தடத் தொலைக்காட்சி ஒலிப் படித்தரங்களின் விதிகளுக்கு ஒத்த வகையில் முப்பரிமாண ஒலிகளையும், வேற்று மொழி ஒலிகளையும் ஏற்கக் கூடிய ஒலியேற்பிப் பொருத்தப்பட்ட தொலைக்காட்சி ஏற்பி உருவாக்கப் பட்டுள்ளது.

தொடக்கக் காலத் தொலைக்காட்சி ஏற்பியில் வெற்றிடக் குழல்கள் பயன்பட்டன. நவீன ஏற்பியில் திண்மநிலை அரைக்கடத்திக் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் ஒரு சில சில்லுகள் மட்டுமே பல விதமான பணிகளையும் தொகுத்துச் செய்யுமாறு அமைந்துள்ளன. தொலைக்காட்சித் திரையில் பிம்பத்தை உண்டாக்கும் எதிர்மின் முனைக் கதிர்க்குழல் மட்டுமே வெற்றிடக் குழல் தத்துவத்தில் அமைந்த ஒரே உறுப்பாகும்.

கறுப்பு - வெள்ளைத் தொலைக்காட்சி ஏற்பி. ஒரு சில ஒளிபரப்பு நிலையங்களே வட்ட முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலைகளைப் பரப்புகின்றன. மற்றவை கிடைமட்டத்தில் முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட அலைகளையே பரப்புகின்றன. எனவே அலை வாங்கு உணர்சட்டங்கள் பெரும்பாலும் கிடையாக அமைந்த கூறுகளைக் கொண்ட அரை அலை இருமுனை வகையைச் சேர்ந்தவையாகவே உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட வட்டாரத்துக்கு ஒளிபரப்பும் நிலையம் பல்வேறு அதிர்வெண்களில் அலைப்பரப்பும். எனவே இருமுனையின் பரிமாணம் அனைத்துத் தடங்களையும் மனநிறைவு தரும் வகையில் வாங்கும் அளவுக்குச் சரிப்படுத்தப்பட்டிருக்கும். மிகுந்த கூட்டமைப்புள்ள உணர்சட்டங்களில் வெவ்வேறு நீளங்களுள்ள பல இருமுனைகள் பொருத்தப்படும். அசையா நிலை அலைத் திருப்பிகளைப் பொருத்தி அலைகளை ஓரளவுக்குக் கிடைத் திசையில் திருப்பினால் அலைவாங்கிச் சைகையின் வீச்சு அதிகமாகி, மற்ற நிலையங்களிலிருந்து வரும் அலைகளினால் ஏற்படும் குறுக்கீடும் குறையும். பெரும் திசைப்படுத்துந் திறன் கொண்ட உணர்சட்டங்களை உயர்ந்த கம்பங்களின் உச்சியில் பொருத்திக் கீழேயிருந்தவாறு இயக்கக்கூடிய சுழற்றி மோட்டார் கருவியின் உதவியால் தேவையான திசையில் திருப்பி விருப்பமான தடத்தில் வரும் சைகைகளைச் சிறப்பான அளவில் வாங்குமாறு செய்யலாம். உணர்சட்டத்தையும் ஏற்பியையும் இரட்டைக் கம்பிக் கடத்திகள் இணைக்கின்றன. அவற்றின் மின் தடை 300 ஓம் ஆகும். அவற்றில் இரண்டு காப்பிடப்படாத கடத்திக் கம்பிகள் பாலிஎத்திலீன் மின்கடவாப் பொருளால் ஆன நாடாவால் இணையாகப் பதிக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றுக்கு மாற்றாக 75 ஓம் மின் தடையுள்ள ஓரச்சுக் கம்பி வடங்களையும் பயன்படுத்தலாம்.

இசைவிப்பான். தொலைக்காட்சி ஏற்பியின் இசைவிப்பான் (tuner), விரும்பப்படும் தடத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து அதில் வரும் அதிர்வெண்களை இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கியின் செயல்வரம்புக்குட்பட்ட குறைந்த அதிர்வெண் அலைகளாக மாற்றுகிறது. மீவுயர் அதிர்வெண் அலைகளை வாங்குகிற பழைய மாதிரி இசைவிப்பான்களில் 2-13 தடம் (channel) வரை அலைவாங்குவதற்காக 12 தனித்தனி இணைப்பு மாற்றி நிலைகள் இருக்கும். மேலுயர் அதிர்வெண்களை வாங்குவதற்கான பழைய மாதிரி

இசைவிப்பான்களில் தொடர்ச்சியான இசைவிப்பு முறை கையாளப்பட்டது. இன்றைய ஏற்பிகளில் உள்ளுறை அலையியற்றி அதிர்வெண்ணை உண்டாக்குகிற ஓர் அதிர்வெண் தொகுப்பு மின் சுற்று பயன்படுகிறது. அதை ஒரு தானியங்கி அதிர்வெண் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பின் மூலம் நிலைப்படுத்த முடியும். ஏறக்குறைய அனைத்து மீவுயர் அதிர்வெண் இசைவிப்பான்களுமே ஒரு ரேடியோ அதிர்வெண் பெருக்கி, ஒரு கலக்கி, உள்ளுறை அலையியற்றி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றன. சமூக உணர்சட்டத் தொலைக்காட்சி அமைப்புகளில் இணைந்துள்ள ஏற்பிகளில் கூடுதலான ஒரு தட இசைவிப்பு வசதியும் சேர்க்கப் பட்டிருக்கும்.

வந்து சேரும் சைகையும், உள்ளுறை அலை யியற்றியின் சைகையும் கலக்கியில் கூடுகின்றன. ஒளி ஊர்தி மற்றும் ஒலி ஊர்திக்கான வேறுபாட்டு அதிர்வெண்கள் உண்டாக்கப்பட்டு ரேடியோ அதிர்வெண் பெருக்கி, கலக்கி, அலையியற்றி ஆகியவற்றின் மின் சுற்றுகள் பல்வேறு தடங்களுக்கு இசைவிக்கப்படும் போது நிலையாக இருக்கும். அவை ஒலிக்கு 41.25 மெகாஹெர்ட்சாகவும், ஒளிக்கு 45.75 மெகாஹெர்ட்சாகவும் இருக்கும். அவற்றுக்கு இடைநிலை அதிர்வெண்கள் (intermediate frequency) என்று பெயர். அவை மீண்டும் பெருக்கப்பட வேண்டும். இசைவிப்பானை வடிவமைக்கும்போது ஓசைக்காரணி, இலாபம், பட்டை, அகலம், அலையியற்றிக் கதிர்வீச்சு ஆகிய செயலாற்றும் பண்புகள் ஏற்ற அளவிலிருக்கும்படிச் செய்யப்பட வேண்டும்.

இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி. இசைவிப் பானிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றல் இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. 43 - 45 MHZ வரை இந்தப் பெருக்கியின் இலாபம் மாறாமலிருக்கும். 45 MHZ க்கு மேல் மறு விளைவு குறைந்து ஒளி ஊர்தியலையின் அதிர்வெண் 45.75 MHZ ஆக இருக்கும்போது மறுவிளைவு பாதியாகக் குறைந்துவிடுகிறது. எச்ச நிலைப்பக்கப்பட்டை மூலம் பரப்பப்படும் சைகையை ஈடு செய்வதற்கு இந்தச் சரிவு தேவைப்படுகிறது.

43 MHZக்குக் கீழேயும் மறு விளைவு குறைகிறது. 41.25 MHZ அளவுக்கு ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண் குறையும்போது மறு விளைவு உச்ச அளவில் 5 - 10% குறைந்து விடும். இதன் காரணமாக ஒளி ஊர்தியலைக்கும் ஒலி ஊர்தியலைக்கும் இடையில் குறுக்குப் பண்பேற்றம் சிறுமமாக்கப்படுகிறது. இடைநிலை அதிர்வெண் அனுமதிப்புப் பட்டையின் மேல், கீழ் வரம்புகளில் விரைவான துண்டிப்புகளைச் செய்ய நிலை இசைவிப்புப் பொறிச் சுற்றுகள் (fixed tuned trap circuits) பயன்படுகின்றன. அண்மை யிலுள்ள தொலைக்காட்சித் தடங்களிலிருந்து வெளிப்படும் சைகைகள் குறுக்கிடுவதைத் தவிர்ப்பதற்காகப் போதுமான தேர்திறன் (selectivity) அளிக்கப்படுகிறது.

ஒளிச்சைகைகளையும் ஒலிச்சைகைகளையும் பிரித்தல். இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கியிலிருந்து வெளிப்படும் சைகைகளில் இரண்டு பண்பேற்றிய ரேடியோ அதிர்வெண் சைகைகள் அடங்கியுள்ளன. அவற்றில் வீச்சுப் பண்பேற்றம் பெற்ற சைகை, படத்தின் கறுப்பு மற்றும் வெள்ளைப் பகுதிகளுக்கான ஏறியிறங்கும் சைகை, எலெக்ட்ரான் கற்றை திரும்பி வரும் தடம் திரையில் தெரியா வண்ணம் மறைக்கிற சைகை, ஒரு கிடைக்கோட்டை எலெக்ட்ரான் கற்றை வரியோட்டம் செய்து முடித்த பின் அதை அடுத்த கோட்டின் இட முனைக்குத் திரும்பி வரும்படிச் செய்கிற கிடைத்திசை நேரப் பொருத்தத் துடிப்புகள், ஒரு படக்கட்டத்தை வரியோட்டம் செய்து முடித்த பின் எலெக்ட்ரான் கற்றையைத் திரையின் வலக் கீழ் இறுதி முனையிலிருந்து இட மேல் இறுதி முனைக்குத் திரும்புமாறு செய்கிற செங்குத்து நேரப் பொருத்தத் துடிப்புகள் ஆகியவற்றை அளிக்கும். அதிர்வெண் பண்பேற்றம் பெற்ற ஏனைய அலைப்பரப்பப்பட்ட ஒலித் தகவல்களைத் தாங்கி வருகிறது.

வீடியோ பண்பேற்றத் துலக்கத்தில் உறைத்துலக்கி, நேரப் பொருத்தத் துலக்கி என இரண்டு வகையான துலக்கிகள் பயன்படுகின்றன. உறைத் துலக்கியில் இரண்டு ரேடியோ அதிர்வெண் சைகைகளும் ஓர் இருமுனை யத்திற்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. அது ஒரு திருத்தப்பட்ட பட ஊர்தியலையின் உடனடிப் பெருமமதிப்பைப் பின்பற்றி மாறும்.

நேரப் பொருத்தத் துலக்கி ஒரு பெரும் நேர் கோட்டுத் தன்மையுள்ள கருவியாகும். வண்ணம், தொலையெழுத்து, இலக்க எழுத்தியல் மற்றும் வரைபடத் தகவல் எண்ணியல் சைகைகள், பன்மைத் தட ஒலி போன்றவற்றைச் சிறப்பான தரத்தில் வெளியிடும் உயர் வகைத் தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளில் அது பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒலி ஊர்தியலைக்கும், மேல் நிலை வீடியோ அதிர்வெண் உறுப்புகளுக்கும் பட்டைக் கடத்து வடிகட்டிச் சிறப்பியல்புக் கோடு மிகக் குறைவான நலிவு பெற்றிருக்கிறது. நேரப் பொருத்தத் துலக்கி, அடிப்படையில் ஒரு நேரியல் மடங்காக்கி (analog multiplier) ஆகும்.

வீடியோ துலக்கியின் வெளியீட்டின் முனைத்தன்மை, வீடியோ பெருக்கியின் வடிவமைப்பையும் படக்குழல் இயக்கப்படுகிற முறையையும் பொறுத்தது. வழக்கமாகப் பெரும ஒளி ஊர்தி அலை ஓர் எதிரின வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது. அதே வேளையில் ஒளி மற்றும் ஒலி ஊர்தியலைகளின் கலக்கிப் பிரித்த விம்மலிலிருந்து 4.5 MHZ சைகை தோன்றுகிறது. அந்தச் சைகையில் அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட ஒலித்தகவல் அடங்கியுள்ளது. அதை மேலும் பெருக்கம் செய்து ஒலித் தடத்தில் துலக்க முடியும். இது ஊர்தியிடை ஒலி அமைப்பு (intercarrier) எனப்படுகிறது.

துலக்கியை அடுத்து ஒரு வீடியோ பெருக்கியுள்ளது. ஏறத்தாழ 100 வோல்ட் அளவிலான வெளியீட்டு ஆற்றல், படக்குழலை அதன் பண்பேற்ற நெடுக்கத்துக்குள் முழுமையாகச் செயல்பட வைக்கப் போதுமானதாயிருக்கும். வீடியோ பெருக்கியின் சுற்றில் ஒரு 4.5 MHZ பொறி சேர்க்கப்பட்டு, படக்குழலில் ஊர்தியிடை ஒலிச்சைகை தோன்றாமல் தடுக்கப்படுகிறது.

தானியங்கி லாபக் கட்டுப்பாடு. ரேடியோ ஏற்பிகளைப் போலவே தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளும் பெருமளவில் மாறுபடுகின்ற உள்வரு சைகை வலிமைகளுக்கு உட்படுகின்றன. எனவே ஏதோ ஒரு வகையான தானியங்கி லாபக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புத் தேவைப்படுகிறது. இதற்கான மின்சுற்றுகள் வீடியோ துலக்கிக்குள் ஏறக்குறைய மாறாத ஊர்தியைலைச் சைகை ஆற்றலை அனுப்புகின்றன.

நேரப்பொருத்தப் பிரிப்பு மின்சுற்றுகள். வீடியோ சைகையிலிருந்து பட நேரப்பொருத்தத் தகவல்கள் நேரப்பொருத்தப் பிரிப்பு மின்சுற்றுகளின் உதவியால் பெறப்படுகின்றன. அத்துடன் இந்த மின்சுற்றுகள் அந்தத் தகவல்களை ஓசையிலிருந்தும், குறுக்கீட்டுச் சைகை யிலிருந்தும் கூடப் பிரித்துத் தரவேண்டும். குறிப்பாக உள் வரும் சைகைகள் மிகவும் வலிமை குறைந்தவையாக இருக்கும்போதும் கணத்துடிப்பு ஓசைகள் கலந்திருக்கும் போதும் இவ்வாறு பிரித்துத்தர வேண்டியது இன்றியமை யாததாகும். பொதுவாக நேரப்பொருத்தப் பிரிப்பு மின் சுற்றுகளின் பணிகள் பின்வருமாறு அமையும்:

வீச்சு நீளத் துண்டிப்பின் மூலம் படத்தகவல்களிலிருந்து நேரப் பொருத்தத் தகவலைப் பிரித்தல், அதிர்வெண் தேர்வு மூலம் விருப்பமான கிடை மற்றும் செங்குத் நேரக்கணிப்புத் தகவல்களைப் பிரித்தல், வீச்சு வரம்பிடு சுற்றுகள் அல்லது ஓசை ஒழிப்புக் கதவுச் சுற்றுகளின் மூலம் நேரப் பொருத்தத் துடிப்புகளைவிட மிகுதியான வீச்சுள்ள ஓசை சைகைகளைப் புறக்கணித்தல்.

வீசல் அமைப்புகள். செங்குத்து வீசல் சுற்றுகளிலும் கிடை வீசல் சுற்றுகளிலும் இரண்டு தன்னிச்சை அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. ஒவ்வொன்றிலும் பொதுவாக அலைவுறு வகையைச் சேர்ந்த ஒரு காலக் கணிப்பு இயற்றி செயலாற்றுகிறது. நேரப் பொருத்தப் பிரிப்பிச் சுற்றுக ளிலிருந்து வரும் நேரப் பொருத்தச் சைகைகள் காலக் கணிப்பு இயற்றியைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அலையி யற்றிகளை அடுத்துச் செயல்முடுக்க மின்சுற்றுகளும் அலை வடிவ உருவாக்க மின் சுற்றுகளும் அமைந்திருக்கும். அவற்றையடுத்துப் படக்குழலில் எலெக்ட்ரான் கற்றையைக் கிடையாகவும், செங்குத்தாகவும் வரியோட்டம் செய்ய வைப்பதற்குப் பெரிதும் வேறுபட்ட உத்திகள் தேவைப்படு கின்றன.

செங்குத்து விலக்கம். பொதுவாகச் செங்குத்து அலையியற்றி ஏறத்தாழ 60 HZ அதிர்வெண்ணில் செயல்படுகிற தளர்வு வகையைச் சேர்ந்ததாக இருக்கும். நேரப் பொருத்தப் பிரிப்பு மின்சுற்றிலிருந்து வரும் ஒரு சைகை அந்த அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்துகிறது. நேரப் பொருத்தப் பிரிப்பு மின்சுற்றிலிருந்து வெளியிடப்படும் அலை வடிவத்தில் கிடையான மற்றும் செங்குத்தான நேரப் பொருத்தமாக்கும் துடிப்புகளைக் குறிக்கிற ஒரு துடிப்புத் தொடர் காணப்படும். அவற்றை ஒரு கீழ் அதிர்வெண் கடத்து வடிகட்டி அல்லது தொகுப்பு மின்சுற்றின் மூலம் செலுத்தினால் செங்குத்து நேரப் பொருத்தத்தைக் குறிக்கிற ஓர் ரம்பப்பல் வடிவ மின்னழுத்த அலை கிடைக்கிறது. இது செங்குத்து அலையியற்றியை நேரப் பொருத்தம் செய்யும். செங்குத்து அலையியற்றி மின் சுற்றிலுள்ள ஓர் அதிர்வெண் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு அதன் தனி நிலை அதிர்வெண், நேரப் பொருத்தச் சைகையின் அதிர்வெண்ணைவிடச் சற்றே குறைவாயிருக்குமாறு சரிப்படுத்தப்படுகிறது. பின்னல் வரியோட்டம் சரியாக அமையவேண்டுமெனில் செங்குத்து நேரப்பொருத்த மின்னழுத்தத்தில் கிடை நேரப் பொருத்த அதிர்வெண் கூறுகள் கலந்துவிடக்கூடாது.

செங்குத்து வெளியீட்டுக் கூட்டம் பொதுவாக A வகைப் பெருக்கியாக இயக்கப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான் கற்றையை விலக்கம் செய்கிற விலக்கத் தகட்டுக் கூற்றுப் (yoke) பகுதியின் மின் எதிர்ப்புக்குப் பொருத்தமாய் அமையும் பொருட்டு, விலக்கத் தகட்டுக் கூறு வெளியீட்டுக் குழலுடன் மின் மாற்றியிணைப்புக் கொடுக்கப்படுகிறது. விலக்கத் தகட்டுக் கூற்று மின்னெதிர்ப்பின் ஒரு பகுதி மின் தடைத் தன்மையும், எஞ்சிய பகுதி மின் தூண்டல் தன்மையும் கொண்டுள்ளமையால் அதன் முனைகளுக்கிடையிலான மின்னழுத்த அலை வடிவம், ஒரு ரம்பப் பல் வடிவத்துடிப்பு, ஒரு செவ்வக வடிவத் துடிப்பு ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகையாக இருக்கும். விலக்கத் தகட்டுக் கூறின் மூலம் பாயும் மின்னோட்டம் அடிப்படையில் ஓர் ரம்பப்பல் அலை வடிவம் கொண்டதாகவே இருக்கும். ஆயினும் படக்குழலின் முகப்புத் திரையின் வடிவியல் தன்மையைக் கவனத்தில் கொண்டு ஒரு நேர்கோட்டு வரியோட்டம் உண்டாகிற வகையில் ரம்பப்பல்லும் சமச்சீர்மையான S வடிவத்தில் அமையும்.

கிடைத்திசை விலக்கம். கிடைத்திசை வரியோட் டத்தை உண்டாக்கும் அமைப்பு மிகுதியான பல்கூற்றுத் தன்மை பெற்றது. இதற்குப் பல அடிப்படையான காரணங்கள் உண்டு. முதலாவதாகக் கிடைத்திசை நேரப் பொருத்தத் துடிப்புகள், செங்குத்து நேரப் பொருத்தத் துடிப்புகளைவிட மிகக் குறைந்த நேரமே நீடிக்கின்றன. அடுத்து உள்வரும் கிடைத்திசை நேரப்பொருத்தச் சைகைகளைச் சராசரிப் படுத்தித் துல்லியமாகக் கட்ட நிலையைப் பராமரிக்க, ஏதாவது

ஒரு வகையான தானியங்கி அதிர்வெண் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பைக் கிடை அலையியற்றியில் சேர்க்க வேண்டியுள்ளது. அடுத்து எலெக்ட்ரான் கற்றையை விலக்கம் செய்கிற புலங்களை உண்டாக்கவும் படக்குழலுக்குள் 10 - 20 KV உயர் மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்தவும் கணிசமான அளவில் உயர் ஆற்றல் வெளியீடு தேவைப்படுகிறது.

கிடை அலையியற்றி பொதுவாக ஹார்ட்லி அல்லது கால்பிட் வகையைச் சேர்ந்ததாக இருக்கும். ஒரு நேர மாறிலிக் கட்டுப்பாட்டு மின்சுற்று, ஒரு தானியங்கி அதிர்வெண் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒரு சார்பு மின்னழுத்தம் ஆகிய இரண்டும் கிடை அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணை அறுதியிடுகின்றன. தானியங்கி அதிர்வெண் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு ஒரு கட்ட ஒப்பீட்டு அமைப்பாக இருக்கலாம். அதில் நேரப் பொருத்தப் பிரிப்பியிலிருந்து வரும் துடிப்புகள், அலையியற்றியிலிருந்து வெளியிடப்படும் சைகையுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றன. இந்தக் கட்ட ஒப்பீட்டு அமைப்பு வெளியிடும் சைகை நேரப்பொருத்தப் பிரிப்பியிலிருந்து வரும் துடிப்புகள், அலையியற்றியின் வெளியீட்டுச் சைகைகள் ஆகியவற்றுக் கிடையிலான கட்ட வேறுபாட்டுக்கு நேர்விகிதமான மின்னழுத்தமாக இருக்கும். பல ஏற்பிகளில் கிடை வரியோட்ட அலைவடிவத்தையும் செங்குத்து வரியோட்ட அலை வடிவத்தையும் ஓர் எண்ணிக்கைச் சுற்றின் உதவியால் ஒன்றாகப் பிணைத்துச் செங்குத்துச் அலையியற்றியைத் தவிர்த்துவிடுகின்றனர்.

எலெக்ட்ரான் கற்றையை விலக்கும் கிடைச் சுற்றுகளில் ஒரு கோட்டு-அதிர்வெண் இரம்பப்பல் வடிவ மின்னோட்ட அலைவடிவம் உண்டாவது மிகவும் விரும்பத்தக்கது. படக் குழலின் திரைப் பகுதியின் வளைவை ஈடுசெய்வதற்காகச் சிறிய அளவில் ஒரு S வடிவத்தை அதில் உண்டாக்கலாம். கிடைத்திசைச் செலுத்த அல்லது வெளியீட்டுக் குழலிலிருந்து வரும் ஆற்றல் சாதாரணமாக, ஒவ்வொரு ரம்பப்பல் ஏற்ற இறக்கத்தின் பிற்பகுதி நேரத்தின்போது மட்டுமே திசை விலக்கப் பகுதிக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. அது கிடை வெளியீட்டு மின்மாற்றியின் மூலமாக வழங்கப்படும். ரம்பப்பல் அலைவு நேரம் முடியும்போது கிடைத்திசைச் செலுத்தி தடை செய்யப்படுகிறது. திசை விலக்கப் பகுதியின் மூலமான மின்னோட்ட வடிவில் தேக்கி வைக்கப்பட்ட ஆற்றல், திசைவிலக்கப் பகுதி, கிடை வெளியீட்டு மின்மாற்றி, அதனுடன் சேர்ந்த மின்தேக்கி ஆகியவை அடங்கிய தன் ஒத்ததிர்வு மின் சுற்றில் ஓர் அலைவை ஏற்படுத்தும். இந்த அலைவு ஓர் அரை அலைவு நேரத்துக்கு மட்டுமே நீடிக்க அனுமதிக்கப்படும். அந்த நேரத்தில் திசை விலக்கப் பகுதி மூலமான மின்னோட்டம் திசை திரும்பி, முதலிலிருந்த நேரின மதிப்புக்கு ஏறக்குறைய சமமான தன் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் போதுமான அளவுக்கு உயர்ந்ததாக இருந்தால்தான் கிடைத்திசை மறைப்பு நேருகிற கால இடைவெளிக்குள் மின்னோட்டம் முழு அளவில் திசை திரும்ப முடியும். ஒரு தணிப்பு இருமுனையத்தின் உதவியால் முதல் பாதி அலைவுக்குப் பின், அலைவு நிறுத்தப்படும். அந்த இருமுனையம் விருப்பமான இரம்பப்பல் அலை வடிவத்தில் மின்னோட்டம் பாய்கிற வகையில் திசைவிலக்கப் பகுதியில் தேங்கியுள்ள ஆற்றல் விடுவிக்கப்படுவதைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ரம்பப்பல் அலைவின் நடுவில் இருமுனைய மின்னோட்டம் கடத்துவதை நிறுத்தி விடும். கிடைத் திசைச் செலுத்தி அடுத்த அலைவை உண்டாக்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றலை வழங்கும்.

உயர் மின்னழுத்தம் வழங்கல். கிடை வரியோட்ட அதிர்வெண்ணில் திசை விலக்கப் பகுதியின் மின் எதிர்ப்பு பெருமளவில் தூண்டல் தன்மை பெற்றிருக்கும். எனவே, செயலுறு வரியோட்டத்தின்போது கிடைத்திசை விலக்கச் சுருள்களின் முனைகளுக்கிடையிலான மின்னழுத்தம் நிலையானதாக இருக்கும். இருப்பினும் எலெக்ட்ரான் கற்றை பின்னோக்கிப் பாயும் நேரத்தில் மின்னோட்டம் பெருமளவு மாறி, ஓர் உயர் மின்னழுத்தத் துடிப்பு உண்டாகுமாறு செய்கிறது. அந்தத் துடிப்பு ஓர் அரை சைன் அலை வடிவிலிருக்கும். அந்த எலெக்ட்ரான் கற்றையின் பின்வாங்கல் நேரத்துக்கு மட்டுமே நீடிக்கும். கிடை வெளியீட்டு மின் மாற்றியில் ஒரு மின்னழுத்த ஏற்றிச் சுருளை அமைத்து இந்தப் பின்வாங்கல் துடிப்பின் மின்னழுத்தத்தை உயர்த்துவது வழக்கம். கறுப்பு - வெள்ளை ஒளிபரப்பு அமைப்புகளில் பின்வாங்கல் மின்னழுத்தம் ஏறக்குறைய 18 KV அளவுக்கு உயர்த்தப்படுகிறது. அந்த மின்னழுத்தம் ஓர் எளிய திருத்தி மற்றும் வடிகட்டி மூலம் எதிர்மின்முனைக் கதிர்க்குழலுக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு படக்குழலுக்கு உயர்மின்னழுத்தம் கிடைக்கிறது.

படக்குழல். கறுப்பு-வெள்ளைத் தொலைக்காட்சி அமைப்புகளில் பிம்பத்தை உருவாக்க ஓர் எதிர்மின்முனைக் கதிர்க்குழல் பயன்படுகிறது. அதன் ஒரு முனையில் எலெக்ட்ரான் உமிழியும் மறுமுனையில் ஓர் ஒளித் திரையும் உள்ளன. ஒளித் திரையில் எலெக்ட்ரான் கற்றை படும் புள்ளியில் ஒளி தோன்றும். வீடியோ சைகை எலெக்ட்ரான் உமிழியின் கம்பிவலை அல்லது எதிர்மின் முறையில் செலுத்தப்படுகிறது. வீடியோ சைகையின் வலிமைக்கேற்ப எலெக்ட்ரான் கற்றையின் செறிவு மாறும். எலெக்ட்ரான் கற்றையின் பயணப் பாதையைத் திசை திருப்பும் சுருள்கள் மூலம் மாற்றலாம்.

கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள். தடத்தேர்வு, பொலிவு மாற்றம். ஒலிச்செறிவு மாற்றம், கறுப்பு - வெள்ளை அடர்வு வேறுபாடு (contrast) ஆகியவற்றைச் சரிப்படுத்த ஏற்பியில் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சிலவகை ஏற்பிகளில் நுண் இசைவிப்பு, கிடைத்திசை நிலைநிறுத்தல் (hold), செங்குத்து நிலைநிறுத்தல் ஆகியவற்றுக்கான

கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளும் இருக்கும். இவற்றுடன் பிம்பத்தின் உயரம், அகலம், நேரப்போக்குத் தன்மை ஆகியவற்றைச் சரிபடுத்தும் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளும் ஏற்பியின் அடித்தளத்தின் பின்பகுதியில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஏற்பியின் இயக்க - நிறுத்த இணைப்புமாற்றி (on-off switch) கட்டுப்பாட்டு அமைப்பிலேயே பொருத்தப்படுகிறது. ஒலிச்செறிவுக் கட்டுப்பாடு, ஒலித் தடத்தின் லாபத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. தடத் தேர்வு அமைப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட தடத்தில் வரும் ஒளி, ஒலிச் சைகைகளைத் திறம்பட ஏற்கும் வகையில் இசைவிப்பானின் தேர்வுச் சுற்றுகளைச் சரிப்படுத்துகிறது. நுண் இசைவிப்பான் என்பது உள்ளுறை அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணை நுண்ணிய அளவில் சரிசெய்கிறது. படக்குழலிலுள்ள எலெக்ட்ரான் உமிழியின் ஓரச்சார்பை மாற்றுவதன் மூலம் படத்தின் பொலிவைச் சீராக்கலாம். அடர்வு வேறுபாட்டுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு, வீடியோ பெருக்கிக் கட்டங்களில் ஒன்றில் உள்ள மின்னழுத்த மாற்றியின் உதவியால் வீடியோ சைகையின் ஆற்றல் அளவைச் சரிப்படுத்துகிறது.

கிடை மற்றும் செங்குத்து நிலை நிறுத்திகள், கிடை மற்றும் செங்குத்து அலையியற்றிகளின் இயல்பு அதிர்வெண்களைச் சரிப்படுத்தி உள்வரும் சைகையுடன் நம்பகமான நேரப்பொருத்தம் ஏற்படச் செய்கின்றன. சில ஏற்பிகளில் இந்தக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் அலையியற்றிச் சுற்றுகளில் மாற்றக்கூடிய மின் தடைகளாகவே இடம் பெற்றிருக்கும்.

செங்குத்து நேர்போக்குத் தன்மை பொதுவாகச் செங்குத்து வெளியீட்டுக் கட்டத்தின் மின்சுற்றிலுள்ள ஒரு மாறும் மின்தடையினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. செங்குத்து அலையியற்றியின் மின்சுற்றில் உள்ள ஒரு மாறுமின் தடையால், படத்தின் உயரம் கட்டுப்படுத்தப்படும். தணிப்பு இருமுனையத்திற்கும் மின்னழுத்தத் தோற்றுவாய்க்கும் இடையில் பொருத்தப்படும் ஒரு மாறு தூண்டல் சுருளின் உதவியால் கிடைத்திசை நேர்கோட்டுத்தன்மை கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது.

வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஏற்பி. கறுப்பு-வெள்ளைத் தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளைவிட முழு வண்ணத்தில் பிம்பங்களைக் காட்டுகிற தொலைக்காட்சி ஏற்பிகள் இயல்பாகவே சிக்கலானவையாகவும் உறுப்பு மிகுந்தவையாகவும் இருக்கின்றன. வண்ணங்களை உண்டாக்கக் கூடுதலான தகவல்களையும் சைகைகளையும் கையாள வேண்டியுள்ளது. கறுப்பு - வெள்ளை ஏற்பிகளில் வீடியோச் சைகை, பிம்பத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் பொலிவை மட்டுமே கட்டுப்படுத்துகிறது. வண்ண ஏற்பிகளில் படக்கூறுகளின் பொலிவை மட்டுமன்றி வண்ண நிலையையும் (chrominance) கட்டுப்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

ஒரு வண்ணத்தை அதற்குச் சமமான பொலிவுடன் வெள்ளை அல்லது சாம்பல் நிறத்திலிருந்து வேறுபட்டதாகக் காட்டுகிற பண்புகளை வண்ண நிலை குறிப்பிடுகிறது. அதைப் பல வகைகளில் விளக்கலாம். ஆயினும் குறைந்தது இரண்டு மாறிகளையாவது பயன்படுத்தினால்தான் மனிதக் கண்களால் பார்க்கக்கூடிய வண்ணம் நிலையின் முழு நெடுக்கத்தையும் குறிப்பட முடிகிறது.

வண்ணச் சைகை. வண்ணத் தொலைக்காட்சி அமைப்புகள் பயன்படுத்தும் படித்தரச் சைகைகள், கறுப்பு வெள்ளை அமைப்புகள் பயன்படுத்துகிற சைகைகளுடன் ஒத்துப்போபவையாக இருக்கும். அதன் மூலம் கறுப்பு - வெள்ளை ஏற்பிகள் வண்ண நிகழ்ச்சிகளை ஏற்கவும், வண்ண ஏற்பிகள் கறுப்பு-வெள்ளை நிகழ்ச்சிகளை ஏற்கவும் இயலும். வண்ண நிகழ்ச்சிகளைக் கறுப்பு-வெள்ளை ஏற்பிகள், கறுப்பு-வெள்ளைப் பிம்பங்களாகத்தான் காட்ட முடியும். கறுப்பு-வெள்ளையாகத் தெரியும் வண்ண நிகழ்ச்சிகளை வண்ண ஏற்பிகளில் மட்டுமே முழு வண்ண நிலையில் காண முடியும். வண்ண அலைப்பரப்பு முனையில் வண்ணத் தகவல்களைச் சைகை மாற்றம் செய்யும்போது அலைப்பரப்பப்படும் சைகையில் ஓர் இயல்பான ஒற்றை நிறச் சைகை பொலிவுத் தகவல்களைத் தாங்கிப் பரவுமாறும், மேலும் வண்ண நிலைத் தகவல்களைத் தாங்கிய ஒரு பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட கூடுதல் அலை பரவுமாறும் செய்வதன் மூலம் இருவகை அலைப்பரப்புகளும் ஒத்துப்போகும்படிச் செய்வர். வண்ண நிலைத் தகவல்களைத் தாங்கிய துணை ஊர்திச் சைகை அலைப்பரப்புக்கு முன்பே ஒற்றை நிறச் சைகையுடன் நேரடியாகக் கலக்கப்படுகிறபோதிலும், அதிர்வெண் இடையூட்டு உத்தியைப் பயன்படுத்தி வேண்டாத குறுக்கீடுகள் ஏற்படுவதைத் தடுத்துவிடுவர். வண்ண நிலைத் தகவலில் இரண்டு மாறிகள் தொடர்பு கொண்டுள்ளமையால் பண்பேற்றிய துணை ஊர்திச் சைகை, வீச்சு, கட்டம் ஆகிய இரண்டிலுமே மாற்றம் அடையும். எனவே இவ்விரு மாறிகளையும் மீட்க நேரப்பொருத்தத் துலக்கிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியது இன்றியமையாததாகிறது. ஒவ்வொரு வண்ண ஏற்பியிலும், நேரப் பொருத்தம் செய்யப்பட்ட ஊர்தியலைகளை அளிக்கிற தனி உள்ளுறை அலையியற்றிக்கு ஒரு கட்ட மேற்கோள் சைகை, வண்ண நேரப் பொருத்தம் துடிப்புகளின் வடிவில் அலைப்பரப்பாகிறது அவை பண்பேற்றமாகாத துணை ஊர்தி அலையின் சிறு சிறு கூறுகளாக, கிடை நேரப் பொருத்தத் துடிப்புகள் அனுப்பப்பட்ட பின் தோன்றும் கிடை மறைப்பு நேர இடைவெளிகளின்போது பரப்பப்படும்.

செயலாற்றுந் தரமும் தேவையும். வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளில் உள்ள பல மின் சுற்றுகளைத் தத்துவத்திலும் செயல்பாட்டிலும் ஒத்த மின் சுற்றுகளைக் கறுப்பு-வெள்ளை ஏற்பிகளிலும் காணலாம். ஆயினும் உயர்வான செயலாற்றுந் தரத்தை உண்டாக்குவதற்கு ஏற்ற

வகையில் முழு வண்ணச் சைகையைக் கையாளும் அனைத்து மின் சுற்றுகளையும் வடிவமைக்க வேண்டியிருக்கிறது. வண்ண நிலைத் தகவல் ஏறக்குறைய 3.6 MHZஇல் மையம் கொண்டுள்ள வீடியோ அலைப்பட்டையின் மேல்பகுதியில் இடம்பெறும் பக்கப் பட்டைகளின் வடிவில் வண்ண நிலைத் தகவல்கள் ஏற்கப்படுவதால் உணர்சட்டம், இசைவிப்பான் இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி, வீடியோ துலக்கி ஆகிய உறுப்புகள் அலைப்பரப்புப் படித்தரத்தின்படி ஒதுக்கப்பட்ட 4 MHZ அகலமுள்ள பட்டை முழுவதையும் கையாளக்கூடிய வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் வண்ணத் தகவல் சீரழியாமல் இருக்கும். வண்ணத் துணை ஊர்திச் சைகை பொதுவாகக் கறுப்பு-வெள்ளைச் சைகையுடன் அலைப்பரப்புக்கு முன் கூட்டப்படுகிறது. எனவே முழுச் சைகையைக் கையாளும் அனைத்துக்கட்டங்களையும் நேர் போக்குள்ளவையாக அமைத்தல் வேண்டும். அப்போதுதான் பல்வேறு சைகைக் கூறுகளில் உருக்குலைவோ இடைப் பண்பேற்றமோ ஏற்படாமல் தவிர்க்க முடியும். வண்ண ஏற்பியிலும், கறுப்பு - வெள்ளை ஏற்பியிலும் எலெக்ட்ரான் கற்றையைத் திசை விலக்கம் செய்கிற சுற்றுகளின் தத்துவம் ஒத்ததே. எனினும், வண்ண ஏற்பிகளின் படக்குழலில் திசை விலக்கம் செய்ய வேண்டியுள்ளமையால் அவற்றின் வெளியீட்டுக் கட்டங்கள் உயர் ஆற்றல் அளவுகளைக் கையாளும் வகையில் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. வண்ண ஏற்பிகளின் படக் குழல்களுக்கு 22 - 30 KV உயர் மின்னழுத்தம் வழங்கப் படுகிறது.

வண்ணச் சைகை நீக்கச் சுற்றுகள். சிவப்பு, நீலம், பச்சை ஆகிய அடிப்படை நிறங்களைப் பயன்படுத்தும் படக்குழலைக் கட்டுப்படுத்த, ஒரு வண்ணச் சைகையில் இருக்கும் பொலிவுத் தகவலையும் வண்ண நிலைத் தகவலையும் பயன்படுத்துகிற வகையில் அவற்றைக் கையாளத் தனி வகைச் சைகை நீக்கச் சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன.

ஒரு வீடியோ பெருக்கி, சைகையின் கறுப்பு-வெள்ளைப் பகுதியைக் கையாளுகிறது. வண்ண நிலைத் தகவல் கடந்து செல்வதைத் தடுப்பதற்காக 3, 6 MHZ அளவில் நலிவை ஏற்படுத்துகிற வகையில் அது வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். 3.6 MHZஇல் மையம் கொண்ட ஒரு பட்டைக் கடத்தி வடிகட்டி மற்றும் இரண்டு நேரப் பொருத்தமுள்ள பண்பிறக்கிகள் மூலம் பண்பேற்றிய துணை ஊர்திச் சைகையிலிருந்து வண்ண நிலைத் தகவல் மீட்கப்படுகிறது. நேரப் பொருத்தமுள்ள பண்பிறக்கிகளில் வெவ்வேறு கட்டங்களிலுள்ள ஆனால் ஒரே அதிர்வெண்ணுள்ள இரண்டு நிலையான ஊர்தியலைகளுக்கு எதிராகப் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட அலை கலக்கிப் பிரிக்கப்படுகிறது. மிகத் தீவிர வகையைச் சேர்ந்த வண்ணச் சைகை நீக்க மின்சுற்றில் பண்பேற்றிய துணை ஊர்திச் சைகையிலிருந்து மீட்கப்பட்ட வண்ண நிலைக் கூறுகள், பண்பேற்ற அலையை உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட அதே I மற்றும் Q சைகைகளாக இருக்கும். ஆயினும் எந்த இரண்டு கட்ட நிலைகளையும் பயன்படுத்தித் தொடக்கத்திலிருந்த I மற்றும் Q சைகைகளின் ஏதாவது இரண்டு தன்னிச்சையான சுட்டமைப்புகளை மீட்க முடியும். இவ்விரு கட்ட நிலைகளும் 90^0 வேறுபட்டிருக்க வேண்டும் என்பது கட்டாயமில்லை.

பண்பிறக்கிகளினால் உண்டாக்கப்படும் சைகைகளின் பட்டை அகலங்கள் சாதாரணமாக 0.5 - 1.5 MHZ இருக்கும்படிச் சரிசெய்யப்படுகின்றன. மூன்று சைகைக் கூறுகளும் நேர ஒன்றிப்புப் பெற்றிருக்குமாறு செய்யக் காலந்தாழ் ஈடு கட்டல்கள் தேவைப்படக்கூடும். சிவப்பு, பச்சை, நீலச் சைகைகளை உண்டாக்க M, I, Q சைகைகளைச் சரியான விகிதத்தில் இணைக்கிற நேர்போக்குக் குறுக்குக் கலப்பு வலையமைப்பாக ஓர் அணியடுக்குச் சுற்று (matrix circuit) செயல்படும். வண்ண நிலைப் பண்பிறக்கிகள் I, Q ஆகியவற்றைத் தவிர வேறு சைகைகளை உண்டாக்குமானால், சற்றே வேறுபட்ட வைப்பு மாறிலிகளைக் கொண்ட அணியடுக்குச் சுற்றை வடிவமைத்தால் மட்டும் போதும்.

வண்ண நிலைத் தகவலைப் பண்பிறக்கம் செய்யத் தேவையான நேரப் பொருத்தமுள்ள ஊர்திகளை ஒரு துணை ஊர்தி மீட்டுருவாக்கி அளிக்கிறது. வழக்கமாக அது துணை ஊர்தியின் அதிர்வெண்ணில் செயல்படும் பொழிவுக் கட்டுப்பாட்டு அலையியற்றியாக இருக்கும். துணை ஊர்தி மீட்டுருவாக்கிக்கு வேண்டிய கட்டுப்பாட்டுத் தகவல்களை ஒரு பொழிவுப் பிரிப்பான் (burst separator) அளிக்கிறது. அது ஒரு கதவுச் சுற்று (gate circuit) ஆகும். கிடைத் திசை விலக்க அமைப்பிலிருந்து வரும் துடிப்புகள் கிடைத்திசை மறைப்பு நேரங்களில் மட்டும் அதைச் செயல்பட வைக்கும். பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பொழிவுகள் ஒரு கட்டத் துலக்கியில் உள்ளுறைத் துணை ஊர்தி அலையியற்றியின் வெளியீட்டுச் சைகைகளுடன் ஒப்பிடப்படும். பிழை இருப்பின் ஒரு பிழைத் திருத்த மின்னழுத்தம் செலுத்தப்பட்டுத் துணை ஊர்தி அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணும் கட்டமும் சரியான அளவுக்கு மீட்டமைக்கப்படும். செறிவான ஓசைத் தடுப்புத் திறன் ஏற்பட ஒரு நேர மாறிலிச் சைகை அளிக்கப்பட்டுக் கட்டுப்பாட்டுத் தகவல், பல கோட்டு வரியோட்ட நேரங்களில் உண்டாகும் தகவல்களின் சராசரியாகக் கணிக்கப்படும்.

வண்ணப் படக் குழலும், குவிப்பு மின்சுற்றுகளும். பெரும்பாலான வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளில் நிழல் - மறைப்பு வண்ண எதிர் மின்முனைக் கதிர்க் குழல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் சிவப்பு, பச்சை, நீல ஒளிகளை உமிழும் புள்ளிகள் மிக நெருக்கமாக அமைந்து கிளர்வூட்டப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான் கற்றை தவறான ஒளிப்புள்ளியைக் கிளர்வூட்டாமல் அடுக்க ஒரு துளை மறைப்பு

பயன்படுகிறது. துளை மறைப்பு ஒளிர் திரைக்குப் பின்னால் 1.25 செ.மீ. தொலைவில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய எதிர் மின்முனைக் கதிர்க்குழலின் கழுத்தைச் சுற்றி அமைந்துள்ள கதிர்விலக்க அமைப்பின் கம்பிச் சுருள்களால் எலெக்ட்ரான் கற்றைகள் மூன்றும் சேர்ந்தாற்போலத் திசை விலக்கப்படுகின்றன. நவீன படக்குழல்களின் வடிவமைப்பும், திசை விலக்கப் பகுதியும் தனியான கதிர்க் குவியப்படுத்து அமைப்புகளின் உதவியின்றியே எலெக்ட்ரான் கற்றைகளைக் குவியப்படுத்துமாறு உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

வண்ணக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள். கறுப்பு - வெள்ளைத் தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளில் உள்ள கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளுடன் வேறு பல கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஏற்பிகளில் கூடுதலாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. கற்றைக் குவிப்பு, நிறச் சாயல், தெவிட்டல் ஆகியவற்றைக் குவிப்புக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள், குவிப்புத் திசைவிலக்கச் சுருள் பகுதிக்குத் தகுதியான அலை வடிவங்களை உருவாக்குவதற்காகக் கட்டப்படுகிற சைகைக் கூறுகளின் வீச்சுகளையும் கட்டங்களையும் சரிப்படுத்துகின்றன. நிறச்சாயல் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு வழக்கமாகப் பொழிவு கட்டுப்படுத்து அலையியற்றியின் கட்டத்தைச் சரிபடுத்திப் பிம்பத்திலுள்ள அனைத்து நிறங்களையும் ஓர் ஒழுங்கான வகையில் மாற்றியமைக்கிறது. பிம்பத்தில் தோன்றுபவரின் தோல் நிறம் இயல்பாகத் தோன்றுவதே நிறச்சாயல் சரிப்படுத்தலின் படித்தர நிலையாகக் கொள்ளப்படும். தெவிட்டல் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு குரோமா (chroma) அல்லது நிறம் எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. அது கறுப்பு-வெள்ளைத் தடத்தைச் சார்ந்த வகையில் வண்ண நிலை மின்சுற்றுகளின் லாபத்தைச் சரிப்படுத்தித் திரையில் தோன்றும் வண்ணங்களின் தெவிட்டல் அல்லது ஆழக் கீழ்நிலையில் வைத்திருந்தால், வண்ணங்கள் வெளிறித் தெரியும். அதைச் சுழிநிலைக்கு இறக்கிவிட்டால், திரையில் பிம்பம் கறுப்பு வெள்ளையாகத் தோன்றும்.

ஒலி மீட்பு. ஒலி அலைப்பரப்பியிலிருந்து வருகிற சைகைகளிலிருந்து ஒலியை மீட்கும் மின் சுற்றில் ஒரு பட்டை கடத்து வடிகட்டி உள்ளது. அது வீடியோ துலக்கியிலிருந்து அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட 4.5 MHZ ஊர்தியலையைப் பிரித்தெடுக்கிறது. அந்த ஊர்தியலை உருப்பெருக்கம் செய்யப்பட்டு அதன் வீச்சு வரம்பிடப் படுகிறது. அடுத்து ஓர் அதிர்வெண் வேறுபாட்டுத் துலக்கி அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தைத் துலக்குகிறது. 75 மைக்ரோ நொடி நேர மாறிலியுள்ள ஒரு மின்தடை - மின்தேக்கி கீழ்நிலைக் கடத்து வடிகட்டி ஊர்தியிலிருந்து சைகையைப் பிரித்தெடுக்கிறது. அதன் பிறகு ஒலிச்செறிவு மாற்றி, ஒரு திறன் பெருக்கி, ஓர் ஒலி பெருக்கி ஆகியவற்றின் மூலம் சைகை பயணம் செய்து ஒலியாக வெளிப்படுகிறது. அது ஒற்றைத் தட, ஒற்றைப்பரிமாண ஒலியாக இருக்கும்.

பன்மைத் தடத் தொலைக்காட்சி ஒலியமைப்பு. இதில் ஓர் ஒற்றைத்தட ஒலிபரப்புச் சேவை, ஒரு முப்பரிமாண ஒலிச் சேவை, அவற்றுடன் சேர்ந்து வரும் இரண்டாம் ஒலி நிகழ்ச்சிச் சேவை ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. முதன்மைத் தடக் குறிப்பலையில் 15 KHZ வரை சாதாரண ஒலி அதிர்வெண் கூறுகள் இருக்கும். முப்பரிமான ஒலி அலைப் பரப்பு அமைப்புகளில் முதன்மைத் தடக்குறிப்பலை இட, வல ஒலிக் குறிப்பலைகளின் கூட்டுத் தொகையாக அமைந்து ஒற்றைப் பரிமாண ஒலி ஏற்பிகளுக்கு ஒத்து வருவதாயிருக்கும். இட, வல ஒலிக்குறிப்பலை வேறுபாடுகளின் வடிவிலான முப்பரிமாண ஒலிக்குறிப்பலை, இரட்டைப் பக்கப் பட்டை அமுக்கப்பட்ட ஊர்தியலை வீச்சும் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்டு, 31.47 KHZ என்னும் பிம்பக் கிடை வரியோட்ட அதிர்வெண்ணைப்போல இரு மடங்கு அதிர்வெண்ணுள்ள ஓர் ஊர்தியலையில் பொருத்தப்படும். ஏற்பியின் முப்பரிமாண ஒலிப் பண்பிறக்கியை நேரப் பொருத்தம் செய்வதற்காகப் பிம்பக் கிடை வரியோட்ட அதிர்வெண்ணுள்ள (15.73 KHZ) ஒரு முன்னோடி ஊர்தியலை செலுத்தப்படுகிறது. அவற்றுடன் ஓர் இரண்டாம் ஒலி நிகழ்ச்சிக் குறிப்பலை, பிம்பக் கிடை வரியோட்ட அதிர்வெண்ணைப் போல் ஐந்து மடங்கு இருக்குமாறு ஊர்தியலை பண்பேற்றப்படுகிறது. இரண்டாம் ஒலிக் குறிப்பலை ஒற்றைப் பரிமாணமுள்ளது. அது இட-வல வேறுபாட்டு முப்பரிமாண ஒலிக்குறிப்பலை கையாளப்பட்ட அதே கணக்கீட்டின்படி வீச்சுச் சுருக்கம் செய்யப்படும். இவற்றுடன் அலைப்பரப்பி நிறுவனத்தாரின் சொந்தப் பயன்பாட்டுக்காகப் பிம்பக் கிடை வரியோட்ட அதிர் வெண்ணைப் போல ஏறத்தாழ 6.5 மடங்கு அதிர் வெண்ணில் மையம் கொண்ட ஒரு தொழில் முறை அலைப்பரப்புத் தடமும் இருக்கும். வரையறுக்கப்பட்ட விகிதத்தில் அனைத்து ஆக்கக்கூறுகளையும் கூட்டிப் பெறப்பட்ட சைகையே கூட்டுப் பன்மைத் தட அடிப்படைச் சைகையாகி, ஒலி ஊர்தியலையை அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்கிறது.

பன்மைத் தட ஒலியேற்பி. பெரும்பாலான பன்மைத் தட ஒலியேற்பிகள் வீடியோ துலக்கியிலிருந்து கிடைக்கிற 4.5 MHZ அதிர்வெண் பண்பேற்ற இடை ஊர்தி அலையை நேரடியாக எடுத்து ஓர் இசைவிக்கப்பட்ட பெருக்கிக்குள் ஊட்டுகின்றன. அப்பெருக்கி ஒற்றைப் பரிமாண ஏற்பியில் பயன்படுவதைவிட மிகுதியான பட்டையகலம் பெற்றிருக்கும். அந்தப் பெருக்கியிலிருந்து ஒரு வரம்பிடு சுற்று, ஒரு விரிபட்டை வேறுபாட்டுத் துலக்கி ஆகியவற்றைக் கடந்து வெளிப்படும் சைகை பன்மைத் தட ஒலிக் கூட்டு அடிப்படைச் சைகையாக அமைகிறது. ஒற்றைப் பரிமாண ஏற்பியில் முதன்மைத் தடம் வடிகட்டப்படுவதைப் போலவே இதிலும் முதன்மைத் தடம் வடிகட்டப்பட்டு இட-வலக் கூட்டுத்தொகை ஒலி மீட்கப்படுகிறது. 31.47 KH7 அதிர்வெண்ணுள்ள முப்பரிமாண ஒலித் துணை ஊர்தியலை, அதே நேரத்தில் 15.73 KHZ அதிர்வெண்ணுள்ள முன்னோடி ஊர்தியலையின் இரண்டாம் மடங்குச் சுரத்திலிருந்து வருவிக்கப்பட்ட ஒரு மேற்கோள்

ஊர்தியலையுடன் பண்பிறக்கம் செய்யப்பட்டு வீச்சுச் சுருக்கமான கணக்கீட்டு முறையின் தலை கீழ் முறையைப் பயன்படுத்துகிற ஓர் இட்டு நிரப்பும் வீச்சு விரிவாக்கி சரியான இட-வல வேறுபாட்டு ஒலிச்சைகையுடன் அளிக்கிறது. அதை இட-வல கூட்டு ஒலிச்சைகையுடன் பொருத்தித் தொடக்கத்திலிருந்த இட ஒலிச்சைகையையும், வல ஒலிச் சைகையையும் தனித்தனியாகப் பெறமுடியும். ஒரு முப்பரிமாணப் பெருக்கி, சுரக்கட்டுப்பாடு, சமநிலைக் கட்டுப்பாடு, ஒலிச் செறிவு, ஒலி பெருக்கியமைப்புகள் ஆகியவற்றின் சேர்க்கையுடன் முப்பரிமாண ஒலிச்சைகை ஏற்பி முழுமை பெறுகிறது. சுருக்கப்பட்ட இரண்டாம் ஒலி நிகழ்ச்சிச் சைகையை மீட்க, அதன் தடத்திற்கு 78.67 KHZ இல் மையம் கொண்ட ஒரு தனியான அதிர்வெண் பண்பேற்றத் துணை ஊர்திப் பண்பிறக்கி தேவைப்படும். இரண்டாம் ஒலி நிகழ்ச்சி ஒலிச்சைகையை ஏற்க இயலும்போது, ஓர் இணைப்புமாற்றி, சுருக்கப்பட்ட இரண்டாம் ஒலி நிகழ்ச்சிச் சைகையை இட-வல வேறுபாட்டு விரிவாக்கிக்குத் திருப்பி விட்டு, இட-வலக் கூட்டுச் சைகையைத் துண்டித்துவிடுகிறது. இவ்வாறு சுருக்கி-விரிவாக்குவதன் மூலம் ஓசைகளையும், ஏற்கப்பட்டுள்ள சைகை வலிமை குறைவாக இருக்கும்போது உண்டாகிற குறுக்கீடுகளையும் குறைக்க முடிகிறது. ஆனால் முதன்மை ஒற்றைப் பரிமாண ஒலித்தடத்தில் இத்தகைய சுருக்கி-விரிவாக்கி அமைப்பின் உதவியின்றியே ஓசைக் குறைப்பு தேவையான அளவில் இருக்கும்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவி

இது ஒரு பிம்பம் அல்லது காட்சியை மின் குறிப்பலையாக மாற்றும் மின்னொளி அமைப்பாகும். ஒளிப்படக் கருவி கையாள எளிதாக அளவில் சிறியதாயிருக்கும். அதற்குள் இன்றியமையாத மின்னணுச் சுற்றுகளும் உறுப்புகளும் இடம் பெறும். ஒளிப்படக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள், மின்னாற்றல் மூலங்கள், கண்காணிப்புக் கருவிகள் போன்ற பிற உறுப்புகள் கட்டுப்பாட்டு அறையில் நிறுவப்பட்டிருக்கும். ஒருநேரப் பொருத்து அலையியற்றி, ஒளிப்படக் கருவியிலும், கட்டுப்பாட்டுக் கருவியிலும் மின்காந்தக் குறிப்பலைகளை உண்டாக்கத் தேவையான நேரப்பொருத்தத் துடிப்புகளை அளிக்கும்.

ஒற்றை நிற ஒளிப்படக் கருவிகள். ஒற்றை நிற ஒளிப்படக் கருவிகளில் வில்லைத் (lens) தொகுப்புகள், ஒளிக்குவிப்புக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள், பிம்ப ஆர்த்திக்கான் ஒளிப்படக்குழல், உயர் மின்னழுத்த மின்னாற்றலை வழங்கும் கருவி, திசைமாற்ற மேடை, மறைப்புப் பெருக்கி, வீடியோ முன்பெருக்கி, ஒளிப்படக் கருவியின் வெப்ப நிலையைச் சரியான அளவில் பேண உதவும் காற்றூதி, சூடாக்கி, மின்னணுக் காட்சிகாட்டி ஆகியவை அடங்கியிருக்கும். ஒளிப்படக்குழலில் திசைமாற்றுங் கம்பிச் சுருள்கள், குவிப்புக் கம்பிச்சுருள், நேர் கோட்டமைப்புச் சுருள்கள் ஆகியவை இடம்பெறும்.

தொலைக்காட்சி நிலையத்தில் உள்ள ஒளிப்படக் கருவியின் ஒளியியல் உறுப்புகள் சாதாரண ஒளிப்படக் கருவிகளில் உள்ளவாறே இருக்கும். தரம் உயர்ந்த, நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கப்பட்ட வில்லைகள் ஒளியைப் பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழலின் ஒளியுணர் பரப்பின் மேல் குவித்துப் பிம்பத்தை உண்டாக்கும். வில்லைத் தொகுதியை முன்னும் பின்னுமாக நகர்த்தி ஒளியுணர் பரப்பின் மேல் கூர்மையான பிம்பம் உருவாகும்படிச் செய்யலாம். சில வகை ஒளிப்படக் கருவிகளில் வில்லைத் தொகுதி நிலையாகவும் பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழல் முன்னும் பின்னும் நகரக் கூடியதாகவும் இருக்கும்.

திசை மாற்ற மேடையில் மின்னோட்ட அலை வடிவங்களை உண்டாக்குவதற்கான மின் சுற்றுகள் இருக்கும். அந்த மின்னோட்ட அலைகளைத் திசை மாற்றுச் சுருள்களுக்குள் செலுத்தினால் பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழலில் உண்டாகும் எலெக்ட்ரான் கற்றை நேர் கோட்டு வரியிடு இயக்கத்திற்கு உள்ளாகும். நேரப்பொருத்த அலையியற்றி யிலிருந்து கிடைத்தள இயக்கத் துடிப்புகள், செங்குத்துத் தள இயக்கத் துடிப்புகள் ஆகியன வெளிப்பட்டுத் திசைமாற்ற மின்சுற்றுகளில் நேரப் பொருத்தலை உண்டாக்கும். திசை மாற்றுச் சுருள்களில் இந்தத் துடிப்புகளைச் செலுத்தும்போது வரியிடு மின் புலங்கள் தோன்றும். அவை பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழலில் உள்ள எலெக்ட்ரான் கற்றையை ஒரே சமயத்தில் இட வலமாகவும், மேல் கீழாகவும் நகரச் செய்யும். எலெக்ட்ரான் கற்றை ஒளிப்படக் குழலுக்குள்ளிருக்கிற கண்ணாடி இலக்குத் திரையில் வரியிடுக்கு (raster) என்னும் பாங்கில் வரியிடும்.

மறைப்புப் பெருக்கி கிடைத்தள இயக்கத் துடிப்புகளையும் செங்குத்து இயக்கத் துடிப்புகளையும் பயன்படுத்தி ஒரு மறைப்புக் குறிப்பலையை உண்டாக்கும். அந்த மறைப்புக் குறிப்பலை பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழலின் இலக்குத் திரையில் ஓர் எதிரின மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்கும். அதன் காரணமாகப் பிம்ப ஆர்த்திக் கானிலிருந்து வெளிப்படும் குறிப்பலை தடைப்பட்டுவிடும். எலெக்ட்ரான் கற்றை வரியிடும்போது ஒரு முறை இடப் பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கத்திற்குச் சென்று திரும்பி வரும். அதே போல் மேல் விளிம்பிலிருந்து கீழ் விளிம்புக்குச் சென்று மீண்டும் மேல் விளிம்புக்குத் திரும்பும். இவ்வாறு எலெக்ட்ரான் கற்றை திரும்பிப் பாய்கிற நேரத்தில் மறைப்புக் குறிப்பலை செலுத்தப்படுகிறது. அதன் காரணமாக எலெக்ட்ரான் கற்றை திரும்பி வருவதால் தோன்றும் வரிகள் வீட்டிலுள்ள தொலைக்காட்சித் திரைகளில் தென்படா.

பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழல் செயல்படப் பல நிலைமின் புலங்கள் தேவை. ஒரு துடிப்பு வகை மின்னாக்கி அதற்குத் தேவையான மின்னழுத்தங்களை வழங்குகிறது. அந்த மின்னாக்கி கிடைத்திசை மாற்றச் சுருள்களின் முனைகளுக்கிடையில் தோன்றும் துடிப்புகளால் இயக்கப்படும். பிம்ப ஆர்த்திக்கானின் குவியச் சுருள், குழலின் அச்சுக்கு இணையாக ஒரு காந்தப் புலத்தை நிறுவுகிறது. அந்தக் காந்தப்புலம் நிலைமின் புலங்களுடன் சேர்ந்து செயல்பட்டு எலெக்ட்ரான் கற்றைகளின் பாதையைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குத் தேவையான சூழ்நிலைகளை உண்டாக்குகிறது. குவிப்புச் சுருளின் மூலம் செல்லும் மின்னோட்டத்தை மாறாமல் வைக்க மின்னணுச் சுற்றுகள் உதவும். நேர்கோட்டுப் பொருத்தச் சுருள்கள் உண்டாக்கும் மின் காந்தப் புலங்கள் எலெக்ட்ரான் கற்றையின் தொடக்கத் திசையில் உள்ள சிறு பிழைகளைச் சரி செய்கின்றன.

காட்சி முன்பெருக்கி பிம்ப ஆர்த்திக்கான் வெளியிடும் குறிப்பலைகளின் மின்னழுத்தத்தை ஏறக்குறைய 0.05 - 0.5V வரை உயர்த்துகிறது. மேலும் காட்சி காட்டியை இயக்குவதற்கு 1V குறிப்பலையையும் வழங்குகிறது. ஒரு சாதாரண காட்சி முன்பெருக்கியில் எட்டுக்கட்டங்களில் பெருக்கம் ஏற்படும். பெருக்கியில் உள்ள ஈடு செய் மின் சுற்றுகள் ஏறத்தாழ 8 மெகாசைக்கிள் நெடுக்கத்தில் பெருக்கத்தைச் சீராகவும் மாறாமலும் வைக்கின்றன. பிம்ப ஆர்த்திக்கானிலிருந்து வெளிவரும் குறிப்பலைகளை இடையூறுகளும், குறுக்கீடுகளும் தரும் விளைவுகளைப் போக்கி வலிவூட்ட, காட்சி முன் பெருக்கி தேவைப்படுகிறது.

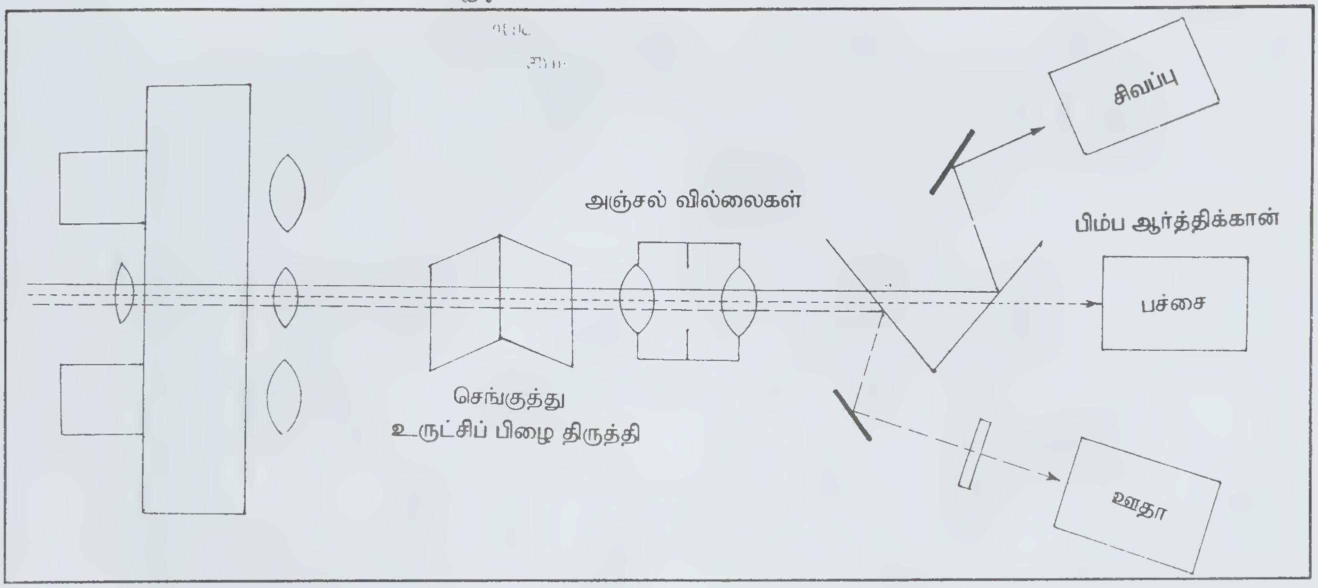
வெவ்வேறு குவியத் தொலைவுகள் உள்ள வில்லைகள் ஒரு வட்டமான முகப்புச் சக்கரத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். படமெடுக்க வேண்டிய பொருள் இருக்கும் தொலைவைப் பொறுத்து ஏற்ற குவியத் தொலைவுள்ள வில்லைத் தொகுதியைத் திரைக்கு நேராகத் திருப்பிக் கொள்ளலாம். இதற்கான கட்டுப்பாட்டு விசை ஒளிப்படக் கருவியில் இயக்குபவரின் கைக்கு எட்டுமிடத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழலின் இயக்க மின்னழுத்தங்களை உண்டாக்குவது, வரியடுக்கின் உயரம், அகலம், நேர் கோட்டுப் பொருத்தம், மையம் ஆகியவற்றைச் சரிபடுத்துவது, ஒளிப்படக்கருவி குறிப்பலையின் ஆற்றலைச் சரிசெய்வது ஆகியவற்றுக்கான கட்டுப்பாட்டுக் குமிழ்களும் ஒளிப்படக் கருவியிலேயே இருக்கும்.

ஒளிப்படக் கருவிக் கட்டுப்பாட்டு உறுப்பு. இந்த அமைப்பில் ஒரு காட்சிப் பெருக்கி, அதனுடன் சேர்ந்து காட்சிக் குறிப்பலையைப் பெருக்கவும், உருவாக்கவும் கூடிய ஈடுசெய் மின் சுற்றுகள், கண்காணிப்பு கைனஸ்கோப், எதிர் மின்கதிர் அலைவு காட்டி ஆகிய உறுப்புகள் இருக்கும். கைனஸ்கோப் ஒளிப்படக் கருவியிலிருந்து குறிப்பலைகளை மாற்றிக் காட்டும். இதன் மூலம் பிம்பம் தெளிவாகவும், கூர்மையாகவும், தரத்துடனும் அமைந்துள்ளதா எனக் கண்காணித்துக் கொள்ளலாம். எதிர்மின்முனைக் கதிர் அலைவுகாட்டி குறிப்பலையின் வலிவை அளவிடவும், காட்சிக் குறிப்பலையின் ஆக்கக் கூறுகளின் அலை வடிவத்தைக் கண்டறியவும் பயன்படுகிறது.

வண்ண ஒளிப்படக் கருவிகள். ஒளிப்படக் கருவியின் திரையில் உருவாகும் பிம்பத்தை மூன்று வெவ்வேறு நிற ஆக்கக்கூறுகளாகப் பிரிப்பது வண்ண ஒளிப்படக் கருவி ஆகும். நிற வடிகட்டிகளைப் பயன்படுத்தி அவை பிம்பத்தைச் சிவப்பு, பச்சை, நீல நிற ஆக்கக் கூற்றுப் பிம்பங்களாகப் பிரிக்கின்றன. பின்னர் மூன்று தனித்தனியான பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழல்களுக்கு அந்தப் பிம்பங்கள் அனுப்பப்படுகின்றன. இவை ஒற்றை நிற ஆர்த்திக்கான் குழலைப் போன்ற அமைப்பும் அடிப்படை மின் சுற்றுகளும் கொண்டவை. அவற்றுடன் வண்ணப்படிபிடிப்புக்குத் தேவையான மின் சுற்றுகளும் ஒளிப்படக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பும் இருக்கும். ஒளிப்படக் கருவியை ஒரு சுழல் தாங்கியில் பொருத்தி இயக்குவது எளிது. காட்சிகாட்டி ஒளிப்படக் கருவியின் உச்சியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதில் படமெடுக்கப்படும் காட்சி கறுப்பு-வெள்ளைப் படமாகத் தெரியும். ஒரு வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவியின் அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம்.

இரட்டை விலகல் ஆடிகளின் உதவியால் ஒளி பிரிக்கப்படுகிறது. ஆடிகள் நிறமாலையின் முன்பாதியிலுள்ள ஒளி அலைகளை ஊடுருவ விடுகின்றன. பின்பாதியிலுள்ள ஒளி வில்லைகளும், அஞ்சல் வில்லைகளும் ஒளிக் கதிர்களின் பாதையை நீட்டி ஒளிப்பிரிப்பிக்குத் தேவையான இட வசதியை உண்டாக்குகின்றன. இரட்டை விலக்க ஆடிகளின் மூலம் ஒளி கடந்து செல்லும்போது கிடைத் திசையிலும் செங்குத்துத் திசையிலும் இடப்பெயர்ச்சி வேறுபட்டு, உருட்சிப் பிறழ்ச்சி (astigmatism) உண்டாகிறது. தட்டைக் கண்ணாடித் தகடுகளை ஒளிக் கதிர்களின் பாதைகளில் வைத்து இது திருத்தப்படுகிறது.

ஒளிப்படக் கருவித் தொகுதியில் மூன்று வண்ணப் படக் குழல்களிலிருந்தும் வருகிற குறிப்பலைகள் ஒன்று கூட்டப்பட்டு ஒரே கூட்டுக் குறிப்பலையாக மாற்றப்படுகின்றன. படமெடுக்கப்பட்ட காட்சியின் ஒவ்வொரு கூறிலும் உள்ள நிறத்தையும் விவரங்களையும் துல்லியமாக மீட்டுப் பெற வேண்டுமானால் ஒளிப்படக் கருவியில் மூன்று பிம்பங்களும் கவனத்துடன் பதிவு செய்யப்பட வேண்டும். மூன்று தனித்தனியான பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழல்களிலும் உள்ள இலக்குத் திரைகளில் உண்டாக்கப்படும் வரியடுக்குகள் பரிமாணம், உருவம், இடம் மையப்பாடு ஆகிய அனைத்திலும் ஒரே வகையாக இருத்தல் இன்றியமையாதது. இதற்கேற்ப ஒளிப்படக் கருவியின் திசைமாற்ற அமைப்பு சரியர்க வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். வரியிடு மின் சுற்றுகள் மிக



உயர்ந்த அளவில் நிலைத் தன்மை பெற்றிருக்க வேண்டும். அது போல ஒளியியல் உறுப்புகளும் துல்லியமாகச் சரிப்படுத்தக் கூடியவையாக இருக்க வேண்டும்.

நிறச்சங்கேத மீட்பிகள். படமெடுக்கப்படும் காட்சியின் நிற ஆக்கக் கூறுகளின் பொலிவுக்கு ஏற்ப வலிவுள்ள மின் குறிப்பலைகள் மூன்று பிம்ப ஆர்த்திக்கான் குழல்களிலிருந்து வெளிப்படுகின்றன. வண்ண ஏற்பி, ஒற்றை நிற ஏற்பி ஆகிய இரண்டும் ஏற்கக்கூடிய வண்ணக் குறிப்பலையை உருவாக்கு வதற்காக இந்த மூன்று வண்ணக் குறிப்பலைகளும் ஒரு துல்லியமான விகிதத்தில் இணைக்கப்பட வேண்டும். இதற்கு ஒரு மின் சுற்றடுக்கு (matrix) பயன்படுகிறது. அதிலுள்ள மின் தடைகளும், பெருக்கிகளும் பயனுள்ள வகையில் மூன்று வண்ணக் குறிப்பலைகளைக் கூட்டியும் குறைத்தும், புதிதாக மூன்று வண்ணக் குறிப்பலைகளை உருவாக்குகின்றன. அவற்றில் ஒரு குறிப்பலை ஒளிப்படக் கருவியிலிருந்து குறிப்பலைகளைச் சரியான விகிதத்தில் கூட்டி உருவாக்கப்பட்டதாகும். அது ஒட்டு மொத்தமான காட்சியில் ஒளிர் திறன் குறிப்பலையாகச் செயல்படும். இது ஒற்றை நிறத் தொலைக்காட்சி அமைப்பில் தோன்றுவதை ஒத்த ஒரு குறிப்பலை, ஏனைய இரண்டு குறிப்பலைக் கூறுகள் முறையே I சைகை எனவும், Q சைகை எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அவை வண்ணச் சங்கேத மீட்புப் பகுதியின் ஒரு வழிப் படுத்திக்குள் (multiplexer) செலுத்தப்படும். அங்கு அவை ஓர் இரண்டு கட்டப் பண்பேற்று கட்ட அமைப்பில் 3.58 மெகாசைக்கிள் வண்ணத் துணை ஊர்தி அலையைப் பண்பேற்றம் செய்யும். இந்தப் பண்பேற்றக் கட்டங்களிலிருந்து வெளிப்படும் குறிப்பலையில் உள்ள வண்ணத் தகவல்கள், ஒளிர்திறன் குறிப்பலையுடனும் வண்ண நேரப் பொருத்தக் குறிப்பலைகளுடனும் கூட்டப்பட்டு வண்ணக் காட்சிக் குறிப்பலையை உருவாக்கும்.

திரைப்படங்களைப் பதிவு செய்தல். தொலைக் காட்சியில் திரைப்படங்களை ஒளிப்படங்களை ஒளிப்பரப்புவதற்குத் திரைப்பட வீழ்த்தியில் இடைவிடு கருவியைப் பயன்படுத்தி ஒரு மாற்றம் செய்ய வேண்டும். கருவி திரைப்பட வீழ்த்தி நொடிக்கு 24 படக் கட்டங்களைத் திரையில் வீழ்த்தும். ஆனால் தொலைக்காட்சி நொடிக்கு 30 படக் கட்டங்கள் வீதம் திரையில் காட்டும். இடைவிடு கருவியைத் திரைப்பட வீழ்த்தியில் பொருத்தினால் அது படச்சுருளின் ஒவ்வொரு படக் கட்டத்தையும் சற்றுத் தாமதிக்க வைக்கிறது. இரண்டு திரைப்படக் கட்டங்கள் தோன்ற ஆகும் 1/12 நொடியில் ஐந்து படக் கட்டங்கள் தொலைக்கரட்சியில் தோன்றும். இடைவிடு கருவி ஒரு படக் கட்டத்தை 2/60 நொடிகளுக்கும், அடுத்த படக் கட்டத்தை 3/60 நொடிகளுக்கும் தாமதிக்கச் செய்கிறது. இவ்வாறு மீண்டும் மீண்டும் செய்வதன் மூலம் நொடிக்கு 24 படக் கட்டங்கள் என்னும் வேகம் பராமரிக்கப்படுகிறது. திரைப்பட வீழ்த்தியில் ஒரு படக் கட்டத்தை நகர்த்தி அடுத்த படக் கட்டத்தைப் பட வீழ்த்தித் துளைக்கு நேராகக் கொண்டு வர .01 நொடி ஆகும். படக் கட்டம் துளைக்கு நேராக நிற்கும்போது அதன் மேல் ஒளி 1/30 நொடிகளுக்குப் படும்படிச் செய்ய ஒரு கதவமைப்புப் (gate) பயன்படுகிறது. தொலைக்காட்சித் திரையில் ஒரு படக் கட்டம், நீடிக்கும் நேரம் ஆகும். திரைப்படத்தைத் தொலைக்காட்சிப் படமாக்குகிற கருவியில் எதிர்பலிப்பு ஆடிகளைப் பொருத்தி, ஒரே சமயத்தில் பல திரைப்பட வீழ்த்திகளைக் கையாளும்படிச் செய்யலாம். திரைப்படத்தைப் பதிவு செய்ய உதவும் படப்பிடிப்புக் குழல் விடிகான் (vidicon) எனப்படும். அது திரைப் படங்கள், கறுப்பு - வெள்ளைத் திரைப்படங்கள் ஆகிய இரு வகைகளையும் பதிவு செய்யும். தொடக்க காலத்தில் கறுப்பு-வெள்ளைத் திரைப்படங்களைப் பதிவு செய்ய ஐகனாஸ் கோப் (iconoscope) படப்பிடிப்புக் குழல் பயன்பட்டது.

கறுப்பு-வெள்ளை வீடிகான் ஒளிப்படக் கருவி கையடக்கமான சிறிய கருவி. அதில் விடிகான் ஒளிப்படக் குழல், திசைமாற்றச் சுருள்கள், குவிப்புச் சுருள்கள், நேர்கோட்டுப் பொருத்தச் சுருள்கள், காட்சிப் பெருக்கி, மறைப்புக் குறிப்பலைப் பெருக்கி ஆகியவை இருக்கும். திரைப்பட வீழ்த்தி வெளியிடும் ஒளியியல் பிம்பம் வீடிகான் குழலின் ஒளியுணர் இலக்குத் திரையின் மேல் குவிக்கப்படும். அந்தப் பிம்பத்தின் பொலிவையும் ஒளிச் செறிவையும் சரிப்படுத்த ஒரு நடு நிலை அடர்த்தி வடிகட்டி (neutral density filter) இருக்கும். அது ஒளியின் நிறமாலைப் பண்புகளை மாற்றிவிடாமல் ஒளிச் செறிவை மட்டும் கூட்டவோ குறைக்கவோ செய்யும்.

படப்பதிவுக் கருவியின் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் ஒரு காட்சிப் பெருக்கியும் ஈடு செய் மின் சுற்றுகளும் இருக்கும். அவை படப்பதிவின் தரத்தை மேம்படுத்துகின்றன. திரைப்படச்சுருள் எதிர் நிலைப் படலமாக இருந்தால் அதிலிருந்து நேர்நிலைப்படத்தை உருவாக்கிப் பதிவு செய்ய ஒரு முனை மாற்ற மின்சுற்று உதவுகிறது. படப்பதிவுக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் வீடிகான் மின் சுற்றுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் உறுப்புகளும், ஒளிப்பரப்புக்கு ஏற்ற வகையில் காட்சிக் குறிப்பலைகளை மேம்படுத்தும் உறுப்புகளும் இடம் பெறும். அதிலேயே மின்னாற்றல் வழங்கு கருவிகளும், திசை மாற்றுப் பெருக்கிகளும் அடங்கியிருக்கும்.

வண்ணப் படங்களைத் தொலைக்காட்சிப் பதிவு செய்தல். வண்ணத் திரைப்படமெடுக்கும் கருவியில் வண்ணத் தொலைக்காட்சிப் படமெடுக்கிற கருவியில் உள்ளதைப் போலவே வண்ணப் பிரிப்பு அமைப்பு உள்ளது. வண்ண ஒளி வடிகட்டிகளின் மூலம் ஒளியைச் செலுத்திச் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய நிறங்களில் பிம்பங்கள் உருவாக்கப்பட்டு மூன்று வீடிகான் படப்பதிவுக் குழல்களுக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன.

வண்ண ஒளிப்பதிவுக் கருவியிலுள்ள திசை மாற்ற மின் சுற்றுகள் பெரும் நிலைப்பாட்டுத் தன்மையும் நேர்போக்குத் தன்மையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். இதனால் வண்ணப் பிம்பங்களை ஒருங்கிணைக்க இயலும்.

வண்ணத் திரைபபடப் பதிவுக் கருவியின் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் மூன்று வீடிகான் குழல்கள், உருவமாக்கும் பெருக்கிகள் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் மின் சுற்றுகள் இருக்கும். படத்தின் தரத்தைக் கண்காணிக்க ஒரு வண்ணக் கண்காணிப்புக் கருவியும், எதிர் மின்முனைக் கதிர் அலைவு காட்டியும் பயன்படுகின்றன. அவை காட்சிக் குறிப்பலை ஆற்றல் மட்டங்களைத் தேவையான அளவில் பராமரித்து, காட்சி அலை வடிவங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் படத்தின் தரத்தை ஆய்ந்தவாறு இருக்கும். ஒரு வண்ணச் சங்கேத மீட்புக் கருவி மூன்று படப்பதிவுக் குழல்களிலிருந்து வரும் குறிப்பலைகளைக் கலந்து ஏற்ற வண்ணக் காட்சி குறிப்பலையை உருவாக்குகிறது.

களக் கருவிகள். படப்பிடிப்பு நிலையத்துக்கு வெளியில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளைப் படமெடுக்க ஊர்திகளில் பொருத்தப்பட்ட நடமாடும் படப்பிடிப்பு அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. கறுப்பு-வெள்ளை ஒளிப்பதிவு செய்வதற்கு உதவும் களக் கருவி பல உறுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். படப்பதிவுக் கருவியும், காட்சிக் காட்டியும் தனித்தனியான உறுப்புகளாயிருக்கும். படமாக்கிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு, தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு, தொலைக்காட்சிக் கண்காணிப்பு அமைப்பு, ஒலிப்பதிவுக் கருவிகள் ஆகியவை நடமாடும் ஊர்தியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பல வகையான படப்பிடிப்புகளுக்கு நடமாடும் வண்ணப் படப்பிடிப்பு அமைப்புகள் இடம்பெறும் கருவிகளில் படப்பிடிப்புக் கருவியையும் அதன் துணை உறுப்புகளையும் தவிர ஏனையவை நிலையாக ஊர்தியிலேயே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நடமாடும் அமைப்பிலிருந்து காட்சிக் குறிப்பலை நுண்ணலை அஞ்சல் அல்லது கம்பி வடங்கள் மூலம் தொலைக்காட்சி மையத்தின் அலைப்பரப்பிக்கு அனுப்பப்படும்.

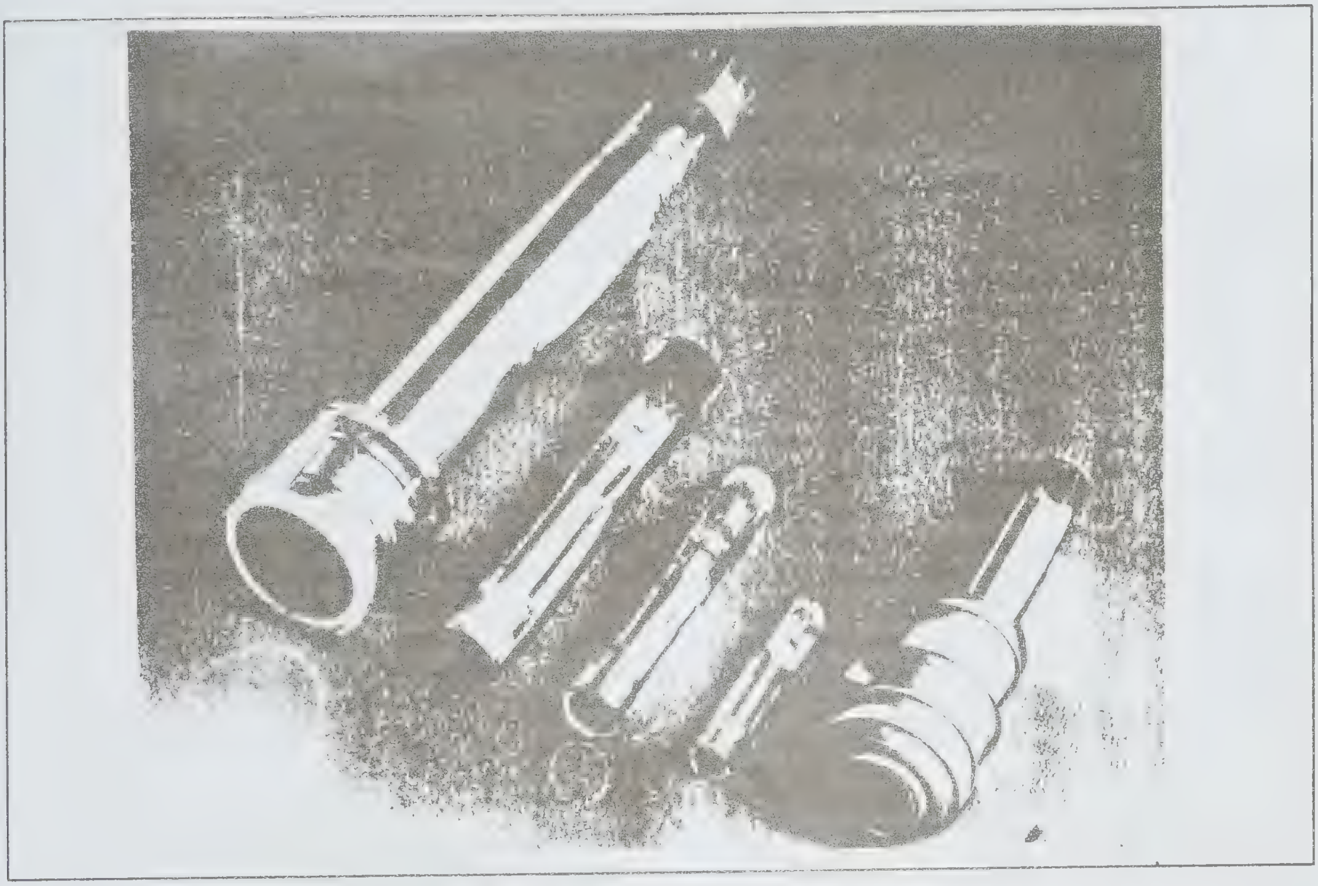
- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்

இது தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவியில் பயன்படும் ஓர் எலெக்ட்ரான் குழாய் ஆகும். இது தொடர் மின் துடிப்புகளை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. தொடர் மின் துடிப்புகள், ஒளிப்படக் கருவிக் குழாயின் மூலம் நோக்கப்படும் பிம்பத்தின் ஒளிச் செறிவுகளைச் சார்ந்திருக்கும். வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவிகளில் மூன்று ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்கள் பயன்படுகின்றன.

இக்குழாய்கள் கண்காணிப்பதற்காக (surveillance) மூன்று சுற்று ஒளிப்படக் கருவிகளிலும் பயிற்சிக் கலையரங்குகள் (studios), பள்ளிகள், வீடியோ நாடாப் பதிவி ஒளிப்படக் கருவிகள், இராணுவத்தினரின் தனிப்பட்ட பயன்பாடுகளில் இடம் பெறும். ஒளிப்படக் கருவிகளிலும் இக்குழாய்கள் பயன்படுகின்றன.

இக்குழாய்களைச் செறிவுபடுத்தும் குழாய்களுடன் (intensifier tubes) இணைத்து இரவுக் கண்காணிப்புப் பணிகள், தொலைக்காட்சி வானியல் (television astronomy) மருத்துவ X-கதிர்களில் குறைந்த செறிவு கொண்ட X - கதிர் ஃபுளுரோஸ்கோப் (fluoroscope) பிம்பங்களைக் காணல், விமான நிலையங்களில் சரக்கு வண்டித் தொடர் ஆயும் (baggage inspection) பணிகள் ஆகியவற்றிலும் பயன்படுத்தலாம்.



படம். 1. இக்காலப் பயன்பாட்டில் உள்ள தொலைக்காடசி ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்கள்

மின் பிம்பங்களை உண்டாக்கும் முறையைக் கொண்டு தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்களை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை ஒளி உமிழ்வு ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்கள், ஒளி கடத்து ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்கள் என்பன. ஒளி உமிழ்வு முறையில் ஒளியுணர் பரப்பின் மேல் காட்சியிலிருந்து வரும் ஒளி குவிக்கப்பட்டால், இப்பரப்பு எலெக்ட்ரான்களை உமிழும். ஒளி கடத்தல் முறையில் ஒளியுணர் படத்தின் மேல் குவிக்கப்பட்ட ஒளியின் செறிவைச் சார்ந்து ஒளியுணர் பரப்பின் கடத்துமை அல்லது தடை மாறுபடும்.

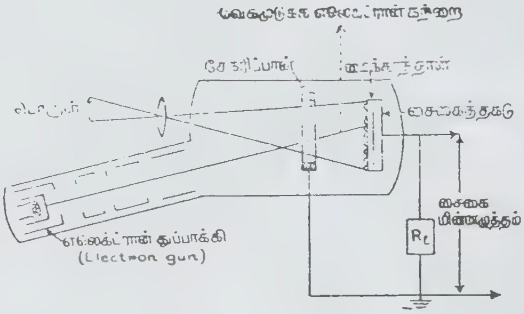
ஐகனாஸ்கோப். முதன் முதலில் பயன்படுத்தப்பட்ட செயல்முறைத் தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக்கருவிக் குழாய் ஐகனாஸ்கோப் ஆகும். ஐகனாஸ்கோப்பின் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து எலெக்ட்ரான் கற்றை வெளிப்படும். இக்கற்றை ஒளி நுட்பமுடைய மொசாயிக் (mosaic) பொருள் ஒன்றின்மீது படும். இப்பொருள் வெள்ளி நுண்கோளங்களைப் (silver globules) பெற்றிருக்கும். இதன் மறுபக்கத்தில் உலோகப் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

நுண்கோளங்களிலிருந்து வரும் ஒளிமின் உமிழ் வினால், படு ஒளியின் செறிவிற்கேற்ப ஒவ்வொரு நுண்கோளமும் நேர் மின்னூட்டங்களைப் பெற்றிருக்கும். எனவே மொசாயிக் பரப்பின் மேல், படத்தின் (object) நேர் மின்னூட்ட மின் பிம்பம் உண்டாகும்.

எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் எலெக்ட்ரான் கற்றை இப்பிம்பத்தை வரிக்கண்ணோட்டமிடும். சேகரிப்பி வளையம் வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையை மொசாயிக்கின் மேல் விழச் செய்யும். விலகு சுருள்கள் செங்குத்து மற்றும் கிடைமட்ட விலக்கங்களைக் கொடுக்கும்.

ஒவ்வொரு நுண்கோளும், அபிரகத்தை மின் கடத்தா ஊடகமாகக் கொண்ட ஒரு சிறு இணைத்தட்டு மின்தேக்கியாகச் செயல்படும். ஒவ்வொரு நுண்கோளத் தேக்கியிலும், நுண்கோளப் பக்கம் தட்டில் உள்ள எதிர் மின்னூட்டங்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான நேர் மின்னூட்டங்களைப் பெற்றிருக்கம்.

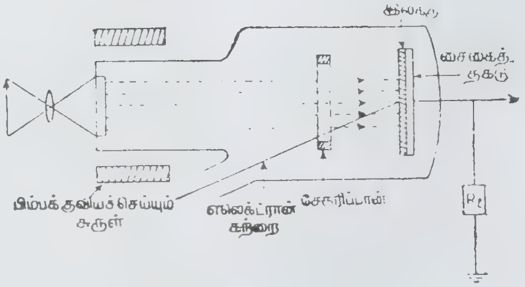
வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை ஒவ்வொரு நுண் கோளத்தின் வழியேயும் செல்லும்போது, அவற்றிலுள்ள



படம் 2. ஐகனாஸ்கோப்

மின்னூட்டங்களைச் சமப்படுத்தும். எனவே, ஒவ்வொரு நுண் கோளத்திற்கும் எதிரே உள்ள தட்டில் காணப்படும் எதிர் மின்னூட்டங்களும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகச் சுமைத் தடை R வழியாக வெளியேறும். சுமை தடை R-L க்கு இடையே மின்னழுத்தம், மொசாயிக்கின் மேலுள்ள மின் பிம்பத்தை ஒத்த (corresponding) காட்சிப் படச் சைகையை (video signal) உண்டாக்கும். இக்கண்ணுறு சைகை பின் மிகைக்கப்பட்டு, பண்பேற்றப்பட்டு அலைப் பரப்பப்படும்.

பிம்ப ஆர்த்திக்கான். இது மிகு உணர் திறனுடைய ஒளி உமிழ்வு ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய் ஆகும். 1945 ஆம் ஆண்டு வெய்மர், லா ஆகியோர் இக்குழாயை உருவாக்கினர்.



படம் 3. பிம்ப ஆர்த்திக்கான்

இருமுனையங்கள் டைனோடுகள் (dynodes) அல்லது தொடராக உள்ள துணை மின்னணுக்களை உமிழும் மின்முனைகளின் ஒளிபெருக்கும் தன்மையால் இக்குழாய் மிகு உணர்திறன் கொண்டுள்ளது. இக்குழாய் பிம்பப்பகுதி வரிகண் ணோட்டப் பகுதி, பெருக்கப் பகுதி எனும் முப்பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளது.

இதைச் செயல்படுத்துவது கடினம். இதன் உற்பத்தி விலை மிகுதியாகும்.

பிம்பப் பகுதி. இப்பகுதியில் ஒளி எதிர் மின்முனை (Photocathode), கம்பி வலைத்திரை (mesh), இலக்கு ஆகியவை இருக்கும். கம்பி வலைத்திரை இலக்குக்கு இணையாக இலக்கிலிருந்து 0.002 அங்குலத் தொலைவில் வைக்கப்பட்ட ஒரு மின்முனை ஆகும். ஒளி எதிர் மின்னழுத்தத்தில் உள்ளது. இதன் முன் பகுதி, பொருளை நோக்கி உள்ளது. இப்பகுதியில் விழும் ஒளியின் செறிவிற்குத் தகுந்தாற்போல் இதன் பின்பகுதி எலெக்ட்ரான்களை உமிழும்.

ஒரு காட்சியின் ஒளியில் பிம்பத்தை ஒளி எதிர் மின்முனையில் குவித்தால் அதன் பின் பகுதியிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் உமிழும். இவ்வெலெக்ட்ரான்கள் கம்பி வலைத்திரையை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. ஆனால் அவற்றுள் பல கம்பி வலையின் வழியே சென்று இலக்கை மோதுகின்றன. இதன் விளைவாக, இலக்கின் முன் பரப்பிலிருந்து துணை எலெக்ட்ரான்கள் உமிழப்படுகின்றன. இவை, கம்பி வலைத்திரையை நோக்கித் திரட்டப்படுகின்றன. எனவே, ஒளி எதிர் மின்முனையில் குவிக்கப்பட்ட ஒளியியல் பிம்பத்தை ஒத்த ஒரு நேர் மின்னூட்டம் பரவலாக காணப்படும்.

வரிக்கண்ணோட்டப் பகுதி. இலக்கின் பின் பகுதி எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் கற்றையால் வரிக்கண்ணோட்டமிடப்படும். பிம்பப் பகுதியிலுள்ள நேர் மின்னூட்டத்தைச் சமமாக்கும் வகையில் இக்கற்றை இலக்கின் பின் பகுதியில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் எலெக்ட்ரான்களைப் படியச் செய்யும். எலெக்ட்ரான் கற்றையில் எஞ்சியுள்ள எலெக்ட்ரான் மீண்டும் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியை வந்தடையும். எனவே, திரும்பி வரும் எலெக்ட்ரான் கற்றையின் இலக்கிலுள்ள நேர் மின்னூட்டத்திற்கு ஏற்றாற்போல் மாறும். இக்கற்றை எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலுள்ள துளையை மோதும். படு கற்றையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு விகிதாசாரமாக எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி, துணை எலெக்ட் ரான்களை உமிழும்.

பெருக்கப் பகுதி. இத்துணை எலெக்ட்ரான்கள் ஓர் எலெக்ட்ரான் பெருக்கி அமைப்பினுள் திருப்பப்படும். திரும்பி வந்த கற்றையின் வீச்சு, மீட்டுருவாக்கம் (amplitude reproduction) அடையும். இவ்வாறு, ஒளி எதிர்மின்முனையின் மேல் வீழ்த்தப்பட்ட காட்சிக்கு ஏற்ற காட்சிப்படச் சைகை சுமைத்தடை RL-க்குக் குறுக்கே கிடைக்கும். இந்தக் காட்சிப்பட சைகை மிகைப்படுத்தப்பட்டுப் பண்பேற்றப்பட்டபின் அலைப் பரப்பப்படுகிறது.

ஒளிக் கடத்தும் ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்கள். இவ்வகைக் குழாய்களில் ஓர் ஒளிக் கடத்தி, ஒளி உணர் பகுதியாகச் செயல்படுகிறது. ஒளிக் கடத்தி என்பது ஒளியை உறிஞ்சி, ஒளியின் ஃபோட்டான்களின் ஆற்றலைப் பொருளிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்குச் செலுத்தும். RCA-வால் உண்டாக்கப்பட்ட முதல் ஒளிக் கடத்தும் படப்பிடிப்புக் குழாய் வீடிகன் (vidicon) எனப்படுகிறது. ஒவ்வொரு தயாரிப்பாளரும் அவரவர் தயாரிப்புகளை வேறுபடுத்த ஒவ்வொரு தொழிற்சின்னப் (brand) பெயரைப் பயன்படுத்தினாலும் அனைத்து ஒளிக் கடத்தும் ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்களுக்கும் இப்பெயர் பொருந்தும்.

வீடிகன். இது முதன் முதலில் மூடிய சுற்று அல்லது தொழிலகக் கண்காணிப்புத் தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவி குழாயாக உருவாக்கப்பட்டது. இது எளிய அமைப்புக் கொண்ட சிறிய குழாய் ஆகும். குழாயின் கண்ணாடி முனைப் பகுதியில் ஓர் ஒளிக்கடத்தும் இலக்கும் (photo conductive target), மறு முனையில் ஒரு மின்னணுத் துப்பாக்கியும் காணப்படுகின்றன.

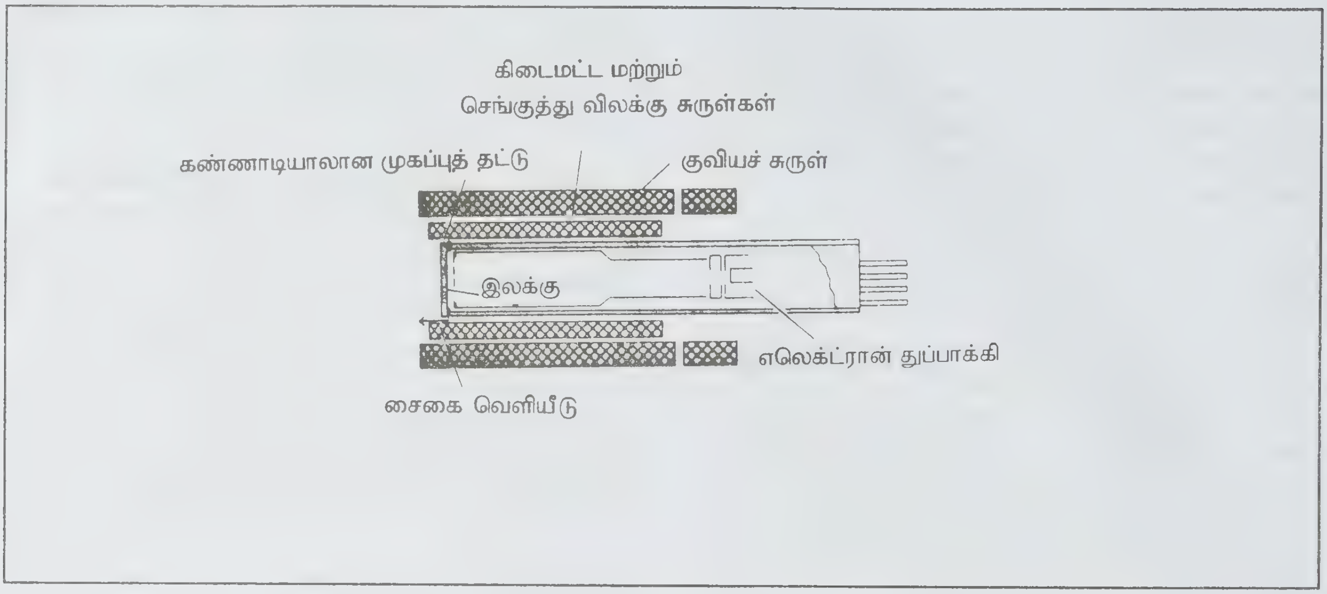
இது 1 அங்குல விட்டமும் $6\frac{1}{4}$ அங்கு நீளமும் கொண்டது. இக்குழாய் மிகு உணர்திறன் உடையது. குறைந்த ஒளி உள்ள இடங்களில் இக்குழாய் சிறிது தாமதமாகப் படம் எடுக்கும். எனவே, இக்குழாயைப் பொது நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பயன்படுத்த இயலாது.

இலக்கின் மேல் ஒளிப்படிவம் குவிக்கப்படும்போது ஒரு மின்னூட்டப் படிவத்தை உண்டாக்கும். இம்மின்னூட்டப் படிவத்தை எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் மின்னணுக் கற்றை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்கிறது.

இலக்கு. இது ஈர் அடுக்குகளைக் கொண்டது. ஓர் அடுக்கு, கண்ணாடி முகப்புத் தகட்டின் உட்பரப்பின் மேல் நேரடியாக மின்கடத்தும் பொருளால் பூசப்பட்ட ஒளிப்புகும் படலம் ஆகும். இது சைகைத் தகடு மின்முனையாகச் செயல்படும். இதன் ஊடே ஒளி புகுந்து இரண்டாம் அடுக்குக்குச் செல்கிறது. பிறிதோர் அடுக்கு, ஒளிக் கடத்தும் பொருளால் மிக மிக மெல்லியதாகப் பூசப்பட்ட படலம் ஆகும்.

மின்னேற்றும் படிவம். ஒளி அடுக்கு (photo layer) என்பது இருளில் 0.00003 அங்குலம் தடிப்பிற்கு ஏறத்தாழ 20 மெகாஓம் மின்தடை கொண்ட ஒரு மின் கடத்தாப் பொருள் ஆகும்.

மின்னணுத் துப்பாக்கி. இதில் சூடாக்கப்பட்ட எதிர் மின்முனை, கட்டுப்பாட்டுக் கம்பிவலை (control grid),

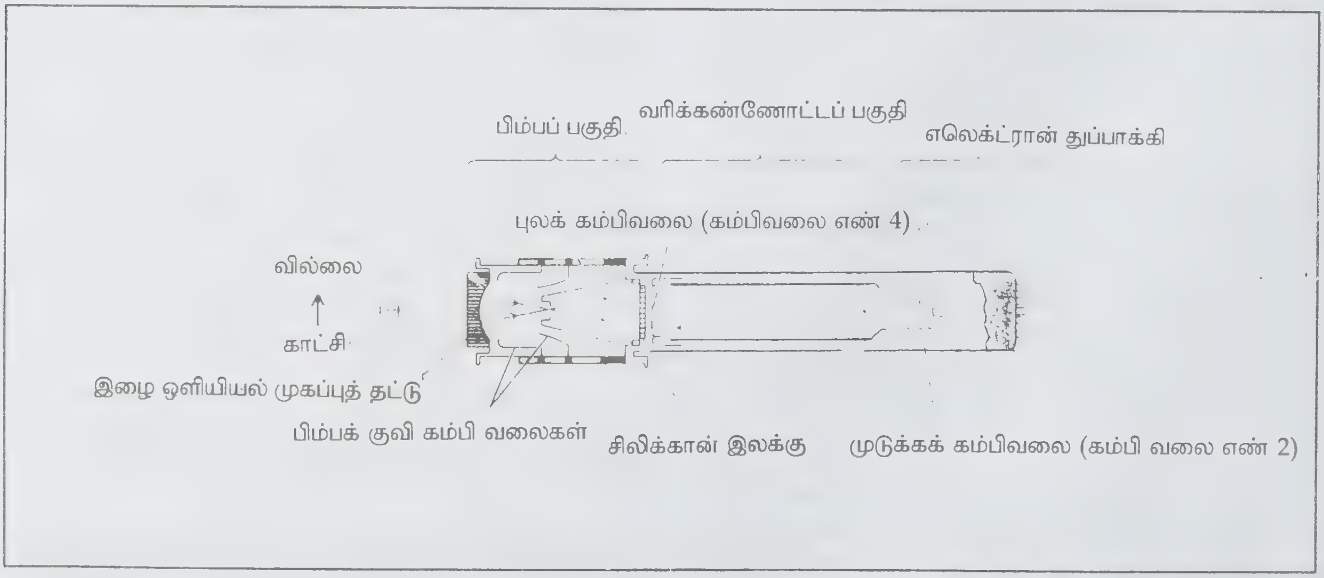


படம் 4. வீடிகன் ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய் அமைப்பு

முடுக்கக் கம்பிவலை, குவிக்கும் கம்பிவலை ஆகியவை காணப்படுகின்றன. குவிக்கும் கம்பிவலையின் மின் புலம், புறக் குவியச் சுருளின் காந்தப்புலம் இவை இரண்டும் இலக்குத் தகட்டின்மேல் மின்னணுக் கற்றையைக் குவிக்கப் பயன்படுகின்றன. புற விலக்குச் சட்டத்தின் (external deflection yoke) கிடைமட்ட, செங்குத்து விலகல் சுருள்களினால் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கான கற்றை விலகல் அடைகிறது.

இலக்குத் தகட்டிற்கு அருகில் 250-300V மின்னழுத்தம் உடைய ஒரு கம்பி வலை இருக்கும். இது சீரான புலத்தைக் கொடுக்கக்கூடியதாகும். இலக்கு 24-25V மின்னழுத்தம் உடையது. எனவே மின்னணுத் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் கற்றையிலுள்ள மின்னணுக்கள் இலக்குத் தகட்டை அடைவதற்கு முன் அவற்றின் முடுக்கம் குறைக்கப்படுகிறது. இதனால் குறைந்த வேகக் கற்றை, ஒளி அடுக்கிலிருந்து துணை உமிழ்வின்றி மின்னணுக்களை மின்னேற்றப் படிவத்தின்மேல் படிய வைக்க இயலும்.

சைகை மின்னோட்டம். ஒளி அடுக்கின் இரண்டு பரப்புகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டு மாற்றங்களிலிருந்து சைகை மின்னூட்டம் உண்டாகிறது.

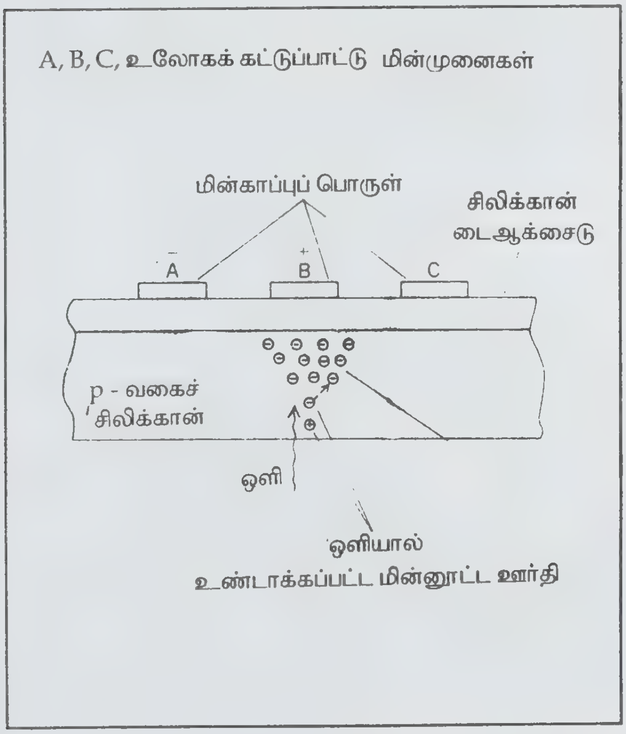


படம் 5. சிலிக்கான் செறிவுபடுத்தி வீடிகன்

சிலிக்கான் செறிவுபடுத்தி ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய். இப்படப்பிடிப்புக் குழாயில் ஒரு சிலிக்கான் இருமுனைய இலக்கு காணப்படும். பிம்பப் பகுதியின் முன் பகுதியிலுள்ள ஓர் உமிழ்வு (photoemitter) மிகு திசைவேகமுடைய எலெக்ட்ரான்களை உமிழும். இவ்வெலெக்ட்ரான்கள் இலக்கை மோதும். இந்த ஒளி உமிழ்வி இழையாலான ஒளியியல் (fibre-optics) சன்னல் ஒன்றினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் மிகு ஆற்றல் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களின் குவியம் சீராக இருக்கும். ஆயிரம் எலெக்ட்ரான் ஊர்திகளைச் சிலிக்கான் பாலத்தில் (silicon wafer) வெளியிடும்.

இவ்வாறு எலெக்ட்ரான்கள் மிகைப்படுவதால் இக்குழாயைக் கொண்டு குறைந்த ஒளியில் ஒளிப்படம் எடுக்கலாம். சிலிக்கான் செறிவுப்படுத்தி இரவு நேரக் கண்காணிப்பு, தொழிலக, அறிவியல் மற்றும் இராணுவப் பணியில் பயன்படுகிறது.

திண்ம-நிலைப் பிம்பமாக்கி ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்கள். இக்கருவியின் ஒளியியல் பிம்பம் பல்கூட்டு நுண் தொகுசுற்றுக் (Large Scale Integration - LSI) கருவியில் வீழ்த்தப்படும். இது ஒளிப் பிம்பத்தைக் கண்டுணர்ந்து தொலைக்காட்சிப் படச் சைகையை உண்டாக்கும். எ-டு: மின்னூட்ட இணைப்பிட்ட பிம்பமாக்கி, பிம்பத்தின் ஒவ்வொரு



படம்6. மின்னூட்ட இணைப்பிட்ட ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்

பகுதியிலும் பிம்பத்தின் ஒவ்வொரு பகுதியின் ஒளியையும் குவிக்கும். சேமிக்கப்பட்ட மின்னூட்டங்களைக் கண்டுணர்ந்து சேமித்து வைத்துப் பின் வெளியிடும் (reads). மேலும் இக்கருவி ஒவ்வொரு மின்னூட்டத் துகள்களையும் சீரான தொலைக்காட்சி வரிக்கண்ணோட்ட வரிசையில் வெளியீட்டிற்கு மாற்றும்.

இக்கருவி சிலிக்கான் போன்ற ஓர் ஒளிக் கடத்தும் கீழடுக்கில் ஒளியைப் பெறும். சிலிக்கான் பரப்பின் மேல் மின்காப்புப் பொருளும் அதன் மேல் மின்முனைகளும் காணப்படும். இம்மின்முனை அமைப்புகளில் மின்னழுத்தங்களால் சிறு உலோக-ஆக்சைடு குறைகடத்தி மின்தேக்கிகள் உண்டாக்கப்படும்.

சிலிக்கான் கீழடுக்கில் பெறப்பட்ட ஒளி, மின்னூட்ட ஊர்தி அணுக்களை உண்டாக்கும். இம்மின்னூட்ட ஊர்திகள் உலோக ஆக்சைடு குறைகடத்தி மின்தேக்கிகளில் சேமிக்கப்படும்.

உலோக மின்முனைகளிலுள்ள மின்னழுத்தங்களை மாற்றி, இக்கட்டமைப்பின் (structure) வழியே மின்னூட்டங்களை மாற்றலாம். மேற்கூறிய சிறு உலோக ஆக்சைடு குறைகடத்தி மின்தேக்கிகளின் தொகுப்பு பிக்சல்கள் (pixels) எனப்படுகின்றன. இந்தப் பிக்சல்களில் சேமிக்கப்பட்ட மின்னூட்டங்கள் ஒரு வெளியீட்டு மிகைப்பிக்கு மாற்றப்படும். இவ்வாறு சேமிப்புப் பரப்பில் மின்னூட்டங்கள் வெளியேற்றப் படுவதால், பிம்பப் பகுதியில் புதிதாகப் பிம்ப மின்னூட்டங்கள் சேமிக்கப்படும். இந்த வரிசை ஒவ்வொரு 1/60 நொடிகளுக்கு மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்த்தப்படும்.

- இரா. இந்து

தொலைக்காட்சிக் கலையரங்கு

இது நேரடியாகத் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளை உருவாக்கி அளிக்கும் ஓர் அரங்கம் ஆகும். இது நிகழ்ச்சிகளைத் தயாரிக்கும் கலையரங்கு (studio room), கட்டுப்பாட்டு அறை (control room), கருவி அறை (equipment room), பொருள் அறை (property room) உள்ளிட்ட பல துணை அறைகளைக் கொண்டிருக்கிறது.

கலையரங்கம். திரையரங்கினைப் போன்றே இங்குத் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகள் தயாரிக்கப்படும். பயன்பாட்டிற்கேற்ப, கலையரங்குகளின் அளவுகள் பெரும்பாலும் மாறக்கூடும். ஆனால் மாறுபடக்கூடிய (flexible) ஒளியமைப்பு, காட்சி அமைப்புகள், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒளிப்படக் கருவிகள், ஒலியினை உள்ளேற்க ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒலிவாங்கி (microphone), நிகழ்ச்சியினை ஒருங்கிணைப்புச் செய்யும் செய்தித் தொடர்பு

அமைப்பு ஆகியன அனைத்துக் கலையரங்குகளிலும் காணப்படும். பெரிய கலையரங்குகளில் பார்வையாளர்கள் (audience) நிகழ்ச்சிகளை அமர்ந்து பார்க்க வசதியாக இருக்கை அமைப்புகள் இருக்கும்.

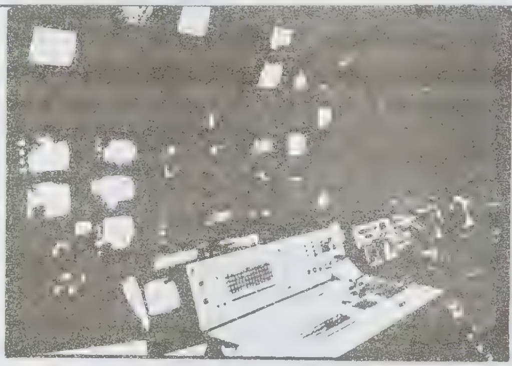
தானியங்கு தொகுதி அமைப்புகளில் கணிப்பொறிகள் (computers) தயாரிப்பில் இடம்பெறும் பல்வேறு ஒளி யமைப்புகளை நினைவூட்டிகளில் (memory) சேகரித்து வைக்கும் தன்மையினைக் கொண்டது. இது ஒத்திகையின் போது வேண்டிய தொடரினை நிகழ்ச்சியாக்கி, அதனை அளிக்கும்போது குறைபாடின்றி (flawlessly) உருவாக்க வழி செய்கிறது. உடன் மற்றும் தொடர்ந்த செயல்பாடுகளுக்கு ஏற்ற ஒளி மாற்றங்களைக் கணிப்பொறி மூலம் எளிதாகப் பெறலாம்.

நன்கு வடிவமைக்கப்பட்ட தொலைக்காட்சிக் கலையரங்கில் ஒலி வாங்கி ஒளிப்படக்கருவிகள் பொருத்தும் வசதியும் ஏற்ற இடங்களில் சுவரில் பேச்சுத் தொடர்புக் கருவிகள் (intercom head set) பொருத்தும் வசதியும் காணப்படுகின்றன. கூரைகளிலும் (ceilings) சுவர்களிலும் சிறப்பு ஒலி-உட்கவரும் (sound-absorbing) கருவி பொருத்தப்பட்டுக் கலையரங்கினுள் உருவாகும் தேவையில்லா ஒலி எதிரொளிப்புகளையும் பிற இரைச் சல்களின் ஊடுருவலையும் தவிர்க்கிறது. இதில் ஒளி, ஒலி ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் (monitoring) வசதிகள் உள்ளன. கட்டுப்பாட்டு அறையிலிருந்த வண்ணம் இயக்குநர் ஒரே சமயத்தில் படத் தயாரிப்பு அணியினரிடம் (production team) உரையாற்றும் முகமாக அங்குக் கலையரங்கத் தெரிவிப்பு அமைப்பு (studio announcing system) உள்ளது. அறையிலுள்ள இரைச்சலும், ஒளிப்படங்களில் திரிபும் (jiggle) ஏற்படாத வண்ணம் ஒளிப்படக்கருவி மற்றும் ஒலிவாங்கித் தாங்கிகள் (mircophone from dollies) உருண்டோடும் வகையில் தரைப்பரப்பு கரடுமுரடின்றிச் சமச்சீராக இருக்கும்.

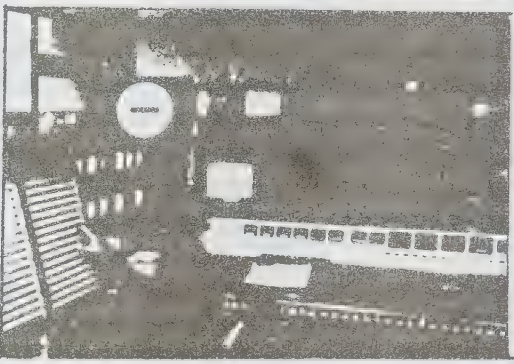
கலையரங்கம் முழுதும் குளிர்சாதன வசதி செய்யப்பட்டு ஒளியமைப்பில் ஏற்படும் வெப்பம் அகற்றப்படுகிறது. கலையரங்கில் பல்வேறு விதமான காட்சியமைப்புகள் (scene or set) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நிகழ்ச்சித் தொடரினை உருவாக்கும்போது அல்லது புதிய நிகழ்ச்சிகளைத் தயாரிக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட காட்சித் தொகுதியை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடும். காட்சிக்குத் தேவையற்ற காட்சிப்பகுதியினை மறைக்க (hosting) கலையரங்கக் கூரை (studio ceiling grid) பயன்படுகிறது.

பொதுவாகக் கலையரங்கில் காணப்படும் சைக்லோரமா (cyclorama) என்னும் காட்சியமைப்புக் கருவி தரையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. சிறப்பாக ஒலியமைப்பின் மூலம் பெரும்பாலான கண்ணுக்கினிய காட்சிகளை உருவாக்கத் துணை புரிகிறது.

கட்டுப்பாட்டு அறை. தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சித் தயாரிப்பில் இன்றியமையாப் பகுதி கலையரங்கக் கட்டுப்பாட்டு அறை ஆகும். இது பெரும்பாலும் கலையரங்கிற்குப் பின்னால் ஒலிபுகாக் கூண்டு அறையினுள் (acoustically isolated booth) காணப்படும்.



அ



ஆ

படம் 2. கலையரங்கக் கட்டுப்பாட்டு அறை

(அ) கண்ணுறு இணைப்பு மாற்றிகளும் இயக்குநரின் இருக்கையும்

(ஆ) ஒலிக்கலப்பியின் அமைவு

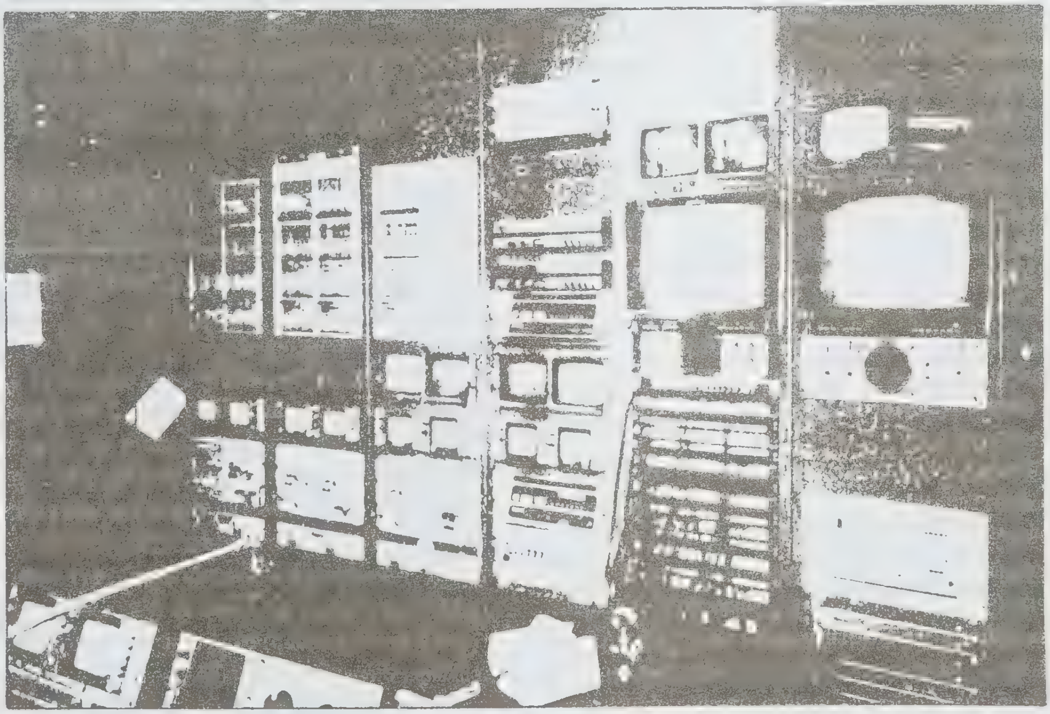
ஒளிபுகாச் சன்னல்களின் மூலம் கட்டுப்பாட்டு அறைக்கும் கலையரங்க அறைக்கும் இடையே ஒளிக் காட்சித் தொடர் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. கட்டுப்பாட்டு அறையினுள் நிகழ்ச்சி இயக்குநர், தொழில்நுட்ப இயக்குநர், ஒலியமைப்புப் பொறியாளர் ஆகியோர் விரைவாகவும், திறமையாகவும் தகவலினைப் பரிமாற்றிக் கொள்ளும் வகையில் ஒவ்வொருவருக்கும் பேச்சுத் தொடர்புக் கருவிகள் பொருத்தப்பட்ட இருப்பிடங்கள் உள்ளன. இவ்வறையிலுள்ள ஒளியமைப்பினைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவியுடன் ஒளிப்படக் கருவி எடுக்கும் படத்தைக் காட்டும் திரைகளும் ஒளி நாடாப் பதிவுக் கருவி (video tape recorder) மின்னாக்கிகளும் (generators) அடுத்த காட்சி எவ்வாறு இருக்க வேண்டும், இப்போதைய காட்சி எவ்வாறு அமைந்துள்ளது போன்ற தகவலினை இயக்குநருக்கு அளிக்கும்.

தொழில்நுட்ப இயக்குநர், நிகழ்ச்சி இயக்குநரின் கட்டளைக்கு ஏற்ப, பல்வேறு ஒளிப்படக் கருவிகளை மாற்றும் ஒளிப்படக் கண்ணுறு இணைப்பு மாற்றியினை (video switcher) இயக்குவார். ஒளிப்பட இணைப்புமாற்றிகள் பல்வேறு மூலகங்களுக்கிடையே, வெட்டுதல், மறையச் செய்தல், கரையச் செய்தல் (dissolves), கருவி அழித்தல் (wipes) போன்றவற்றைச் செய்யும் அமைப்பினை உடையவை. முன்பே பதிவு செய்யப்பட்ட பின்னணிக் காட்சிக்கேற்ப, கலையரங்கக் காட்சி அமைப்புகள் உருவாகும்படி வண்ணங்களில் விளைவுகளை (chroma key effects) இவை உருவாக்கும். சிக்கலான அல்லது குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் தேவைப்படும் இடங்களில் தொழில்நுட்ப இயக்குநருக்கு உதவி புரியும் வகையில் கணிப்பொறியில் நவீன இணைப்புமாற்றிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

ஒலியமைப்புப் பொறியாளர் (sound engineer) பொதுவாகத் தொழில்நுட்ப இயக்குநரின் பின்னால் அமர்ந்து, ஒலி புகாக் கூண்டு அறையில் இருந்து பணியாற்ற வேண்டியிருக்கும். ஒலியமைப்புப் பொறியாளர் ஒலிக் கலப்புக் கருவியினை (audio mixer console) இயக்குவார். திருப்பு மேசைகள் (turn tables), ஒலி நாடாப் பதிப்பிகள் (audio tape recorders), நாடாத் தோட்டாக் கருவிகள் (tape cartridge machines) ஆகியன ஒலி அமைப்புக் கலப்பியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒலிப்பொறியாளர், நிகழ்ச்சி இயக்குநரின் அறிவுரைக்கு ஏற்ப, பல நிலைகளைக் கட்டுப்படுத்தி, பின்னணி ஒலி அமைப்புகளுக்கு ஏற்ற நிகழ்ச்சியினை அமைப்பார். சமப்படுத்துவான் (equalisation) மற்றும் எதிரொளி அறையின் (echo-chamber) உதவியால் அதன் வழிச் செல்லும் ஒலியினைத் தகுந்த அளவிற்குக் கருவிகளின் மூலம் மாற்றுவார். செந்தரப்படுத்தப்பட்ட அளவுக்குள்ளாகவே மொத்த ஒலி அளவு மட்டங்கள் இருக்குமாறு ஒலியமைப்புப் பொறியாளர் கவனித்துக் கொள்வார்.

கருவி அறை. கலையரங்கு மற்றும் கட்டுப்பாட்டு அறைகளுக்குச் சற்றுத் தொலைவில் கருவி அறை காணப்படுகிறது. இது ஒளிப்படக் கருவிக்குத் தொடர்புடைய எலெக்ட்ரானிக் கருவிகளில் இணைப்பு மாற்றிகள் (switcher), மின்னாக்கிகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். ஒளி மட்டங்கள் சரிவர இருக்கும்படி, அலைவடிவக் கட்டுப்படுத்தி (waveform monitors) மற்றும் திசையறி கருவி காட்டியினைப் (vector scopes)



படம் 3. கண்ணுருக் கருவி அறை

பயன்படுத்தி, ஒளியமைப்புப் பொறியாளர் ஒளிப்படக்கருவிக் கட்டுப்பாட்டு அலகுகளைச் செயல்படுத்துவார். சைகை அளவில் அல்லது படத்தின் தரத்திலிருந்து பெரிய அளவில் மாறுபடத்தக்க வகையில் பல்வேறு ஒளி மூலங்களைத் தொழில்நுட்ப இயக்குநர் தேர்வு செய்வார். நிகழ்ச்சியினை ஒளி நாடாக்களுக்கு, நிலைய ஒலிபரப்பி (transmitter) அல்லது நிலையத் தொகுப்பிற்கு (network) அனுப்புவதற்கு முன்பு படங்கள் மற்றும் ஒலியமைப்பை இறுதியாகச் சரி செய்வார்.

பொருள் அறை. கலையரங்கை அடுத்துப் பொதுவாகப் பொருள் அறை (property room) காணப்படும். தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியினை உருவாக்கும் முறையில் பயன்படும் நாற்காலி, மேசை போன்றவற்றையும் காட்சித் தயாரிப்பிற்குத் தேவைப்படும் தொட்டி, அடுக்குப் பலகம் (shelves) உடைய பெரிய திறந்த வெளியினையும் கொண்டிருக்கும்.

ஒளியமைப்புகளைச் சரியாகப் பொருத்த ஓர் ஒளிக் கட்டுப்படுத்தி (lighting grid) காணப்படும். இது எ.்.கினாலான ஒரு சட்ட அமைப்பாகும். சிலிக்கான் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்திகளைப் பயன்படுத்தி ஒவ்வோர் ஒளிச்செறிவுக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றும் (dimmer control circuit) ஒளியின் செறிவை (brightness) மாற்றும். ஒளிக் கட்டுப்படுத்தியிலுள்ள ஒவ்வொரு பொருத்தியிலும் விரவிகள், எதிர்பலிப்பான்கள், வண்ண வடிப்பிகள் ஆகியவை காணப்படும்.

- க. சித்திரா தேவி

தொலைக்காட்சிச் செந்தரங்கள்

தொலைக்காட்சி அமைப்புகளின் உறுப்புகளான தொலைக் காட்சிக் கலையரங்கள், தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பிகள், தொலைக்காட்சிக் கட்டமைப்புகள், தொலைக்காட்சி அலைவாங்கிகள் ஆகியவை அனைத்தும் ஒருங்கிணைந்த முறையில் உய்ய செயல்திறனுடன் இயங்குமாறு வடிவமைக்கத் தேவைப்படும் தொலைக்காட்சி அடிப்படைகள் பற்றிய எண்ணியல் மற்றும் வரைபடவியலான உரை திறன்கள் (criteria) அல்லது தரக்குறிப்புகள் (specifications) தொலைக்காட்சிச் செந்தரங்கள் (television standards) எனப்படுகின்றன.

தொலைக்காட்சி அமைப்பில் உள்ள அலைப்பரப்பியும் அலைவாங்கியும் உயர்நிலை ஒத்தியக்கத்துடன் செயல்பட வேண்டியது மிக இன்றியமையாதது. குறிப்பாகத் தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பியின் பட அலகீடு (picture scan) நிகழும் அதே வேகத்தில் அலைவாங்கியின் பட அலகீடும் ஒரு நொடியின் கோடியில் ஒரு பங்கு துல்லியத்துடன் நிகழ வேண்டும். மேலும் இடத் துல்லியமும் அங்குலத்தில் நூற்றில் சில பங்கு துல்லியத்தில் அமைதல் வேண்டும். எனவே ஒவ்வொரு நாடும் ஒரே குறிப்பிட்ட செந்தர வரன்முறைகளுடன் தொலைக்காட்சி அமைப்பை வகுத்திட வேண்டும்.

உலகின் பல்வேறு மண்டலங்களில் பல தொலைக் காட்சிச் செந்தரத் தொகுப்பு முறைகள் பயன்பாட்டில் உள்ளன. வட அமெரிக்கா, ஐரோப்பியா ஆகியன தனித் தொலைக் காட்சிச் செந்தரங்களைப் பின்பற்றுகின்றன. ஒவ்வொரு நாட்டரசும் இதற்குப் பொறுப்பேற்கும்.

இதில் அலகீட்டுச் செந்தரங்கள் (scanning standards), குறிப்பேற்றச் செந்தரங்கள் (modulation standards), கால்வழிச் செந்தரங்கள் (channel standards) ஆகிய பிரிவுகள் உண்டு.

இந்திய அரசு 'தூர்தர்ஷன்' அமைப்பு மூலம் இந்தியத் தொலைக்காட்சிக்கான செந்தரங்களை உருவாக்கி நடைமுறைப்படுத்தியுள்ளது.

தொலைக்காட்சிச் செந்தரங்கள் இரு வகைப்படும். அவை அலைச் செலுத்தச் செந்தரங்கள் (transmission standards), ஒதுக்கீட்டுச் செந்தரங்கள் (allocation standards) என்பன.

அலைச் செலுத்தச் செந்தரங்கள்

அலை செலுத்தப்படும் குறிப்பலைகள், அலைச் செலுத்திகள், நிகழ்ச்சியின் பட, பேச்சு உள்ளடக்கம் ஆகியவற்றைப் பற்றிய தரக் குறிப்புகள், படம், பேச்சு ஆகியவை மீட்டளிக்கப்படும். தரம், திறமை ஆகியவற்றை அலைச் செலுத்தச் செந்தரங்கள் வாயிலாக வரையறுக்கலாம்.

இதில் அலகீட்டுச் செந்தரங்கள் (scanning standards), குறிப்பேற்றச் செந்தரங்கள் (modulation standards), கால்வழிச் செந்தரங்கள் (channel standards) ஆகிய பிரிவுகள் உண்டு.

அலகீட்டுச் செந்தரங்கள். படக்காட்சித் துல்லியம், தரம் ஆகியவற்றை அலகீட்டுச் செந்தரங்கள் சுட்டுகின்றன. இவை படம் எத்தனை வரிகளாக அலகீட்டில் பிரிக்கப்பட வேண்டும் என்பதையும் பட அகலத்துக்கும் உயரத்துக்கும் இடையிலமைய வேண்டிய விகிதத்தையும் வரையறுக்கின்றன.

இயல்பான காட்சித் தொலையில் கண்ணுக்கு நிறைவு செய்யும் வகையில் காட்சியமைப்பு இருக்கும்படி, படம்

வரிகளாகப் பிரிக்கப்பட வேண்டும். பல்வேறு நாடுகள் 405, 525, 625, 819 எனப் பல எண்ணிக்கைகளில் வரிகளாகப் பிரிக்கும் செந்தரங்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. வட அமெரிக்கா 525 வரிச் செந்தரத்தையும், இந்தியா 405 வரிச் செந்தரத்தையும் பின்பற்றுகின்றன. பக்கவாட்டு இயக்கத் திலிருந்து அடுத்த படத்தின் தொடக்கப் பக்கவாட்டு இயக்கம் தொடங்கும் முன்பு வரையில் நிகழும் பக்கவாட்டு இயக்க எண்ணிக்கை ஆகும். அதாவது, ஒவ்வொரு படமும் மேலிருந்து கீழாக 405 கூறுகளாக்கப்படுகின்றன .

கண்ணுக்குப் புலப்படும் படம் இவ்வரிகளில் 90% பகுதியால் மட்டுமே உருவாகிறது. பிற வரிகளில் சில படிமத் திரையில் ஓர விளிம்பிலும் சில காட்சி வரிகளுக்கு இடைவெளியிலும் அமைகின்றன. கிடைமட்ட அலகீட்டுத் திசை உலகம் முழுவதிலும் இடமிருந்து வலமாகவும் குத்து மட்ட அலகீட்டுத் திசை மேலிருந்து கீழ் நோக்கியும் நிகழும்படி வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு நொடிக்கு எத்தனை படங்களை அலகீடு செய்ய வேண்டும் என்பது கண் பார்வைக்குத் தொடர்ந்து இடைவிடாது படம் இயங்குவதாகத் தோன்றும்படித் தெரிவு செய்யப்படுகிறது. இது கண்ணின் காட்சிப்பதிவு நீட்டிப்புத் திறனைப் பொறுத்ததாகும். மேலும் இது நடைமுறையில் உள்ள மின்திறன் வழங்கலின் அலைவெண்ணைப்போல 1/2 மடங்காக இருத்தல் வேண்டும். இந்திய மின் வழங்கல் அமைப்புகளின் அலைவெண் 50 HZ. எனவே, நொடிக்கு 25 படங்கள் அலகீடு செய்வது எளிய தொலைக்காட்சி வடி வமைப்புக்கு வழிவகை செய்யும். நொடிக்கு இதற்கும் கூடுதலான எண்ணிக்கையில் அலகீடு செய்யப்படுவதில்லை. அதனால் காட்சித் தரம் கூடுவதில்லை என்பதோடு குறிப்பிட்ட தொலைக்காட்சி நிலையம் இயங்கும் அலைவரிசையில் அகலமும் கூடுகிறது. இது பல நிலையங்கள் இயக்குவதற்கு ஏற்றதன்று. வட அமெரிக்காவில் மின்திறன் வழங்கல் அமைப்புகளில் அலைவெண் 60 Hz. எனவே, அங்கு அலகீடு செய்யப்படும் பட எண்ணிக்கை நொடிக்கு 30 ஆகும். இயக்கினால் ஒழிய நொடிக்கு 25 முதல் 30 பட எண்ணிக்கை அலகீடு செய்யப்படும் தொலைக்காட்சியில் பட ஊசலாட்டம் (flickering) நேராமல் இருக்க மிகுந்த முன்னெச் சரிக்கையுடன் இயக்க வேண்டும். இதைத் தடுக்கப் படிமத் திரை அலகீடு நிகழும்போது இருமடங்கு ஒளிர்வுடன் விளங்குமாறு ஒளியூட்டப்படுகிறது. இதை நிகழ்த்த இடைப்பின்னிய (interlaced) அலகீடு பயன்படுகிறது.

ஒளிப்படக் கருவிக்குள், அலகீடு செய்யப்படும் படத்தின் அகலத்துக்கும் நீளத்துக்கும் உள்ள விகிதம் படக்கூறு விகிதம் (aspect ratio) எனப்படுகிறது. இவ்விகிதம் தொலைக்காட்சி அலை வாங்கியிலும் அலைச் செலுத்தியிலும் ஒரே அளவுடன் அமைய வேண்டும். அப்போதுதான் அனுப்பப்படும் படத்தின் நீள அகலம் மிகுதியாக மாறாதிருக்கும். உலகம் முழுதும் பயன்படும் செந்தரப் படக்கூறு விகிதம் அகலத்துக்கு நீளம் 3:4 ஆகும்.

குறிப்பேற்றச் செந்தரங்கள். ஊர்தி அலை வெண்ணில் ஏற்படும் பெரும விலக்கமும் (maximum deviation) உயர் பேச்சலைவெண்ணிற்குத் (high audio frequency) தரப்படும் இன்றியமையாமையும் பற்றிய வரையறையே ஒலிச்செந்தரம் (sound standard) ஆகும். படச் செய்தி பரவலாக வீச்சுக் குறிப்பேற்றம் மூலம் அலைப்பரப்பப்படுகிறது. இதில் பக்க அலைப்பட்டை அலை செலுத்தல் முறை (vestigial side band transmission) பயன்படுகிறது.

படக் குறிப்பேற்றச் செந்தரத்தின் முதன்மைக் கூறு அலைச் செலுத்தியின் படப் பக்க அலைப்பட்டையின் அலைவெண்ணாகும். இது படக் காட்சியின் கிடைமட்ட நுண்மையைத் (fineness) தீர்மானிக்கிறது. இது படக்காட்சியின் குத்துமட்ட நுண்மைக்குச் சமமாக அமைய வேண்டும். குத்துமட்டப் பட நுண் கட்டமைப்பு நொடிக்கு நிகழ்த்தப்படும் அலகீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையைச் சார்ந்தமைகிறது. பெரும பட அலைவெண் (maximum video frequency) அமெரிக்க 525 வரி அலகீட்டு 4 MHZ, ஐரோப்பிய 625 வரி அலகீட்டு அமைப்பிற்கு 5 - 6 MHZ, இந்திய முறைக்கு 5-6 MHZ ஆகும்.

மேலும் படக் குறிப்பேற்றத்தின் முனைமையையும் (polarity) செந்தரப்படுத்தல் இன்றியமையாதது. அமெரிக்க, ஐரோப்பிய எதிர்மை முறைக் (negative) குறிப்பேற்றத்தில் அலையின் திறன் (power) காட்சியின் ஒளிவிளக்கம் அல்லது ஒளிர்மைக்கு (brightness) எதிர்விகிதத்தில் அமைகிறது. குறிப்பிட்ட அலைப்பரப்பியின் திறனுக்குப் பெருமளவு தொலைவை உள்ளடக்க, முழுக்கறுப்பு நிலைத் திறன் (ஒளியிராத நிலைத்திறன்) திரையில் நிலையாக இருக்கும்படிப் பார்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது. நேர் மின்னோட்ட அலைப்பரப்பல் (de transmission) என்னும் முறையே உலகம் முழுதும் பயன்படுகிறது.

இங்கிலாந்து, ஃபிரான்ஸ் போன்ற நாடுகளில் இன்றும் பழைய வரிச் செந்தரங்கள் (405 வரி, 5 MHZ இங்கிலாந்து; 819 வரி, 10.4 MHZ ஃபிரான்ஸ்) பயன்பாட்டில் உள்ளன. இந்த அலைப் பரப்பு முறைகள் 625 வரிகள் அலகிடப்படும் ஒளிப் பரப்பை இரட்டித்துக் காட்டுகின்றன. இது பழைய அலைவாங்கிகள் பயனுறும் வரை உதவும். ஆனால் இதே நாடுகளில் இப்போது விற்கப்படும் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகள், கறுப்பு-வெள்ளையாயினும் வண்ணப் பெட்டியாயினும் 625 வரி அலகீட்டு முறையைப் பின்பற்றுபவையே ஆகும்.

வண்ணச் செய்தியைக் கொண்டு செல்லும் துணை ஊர்தி அலைப்பட்டையின் அலைவெண் 360,000 இல் ஒரு பங்களவுக்குத் துல்லியமாகப் பட அலைப்பட்டை அலைவெண்ணுடன் ஒப்பிட்டு வரையறுக்கப்படுகிறது.

வண்ணக் குறிப்பேற்றச் செந்தரம் மூன்று முதன்மை நிறங்களுக்கும் வெண்ணிறத்துடன் ஒப்பிடும்போது அமையவேண்டிய சார்பு செறிவுகள் (relative intensities) வரையறுக்கப்படுகின்றன. மேலும், வண்ணத் துணை ஊர்தியலையின் தறுவாய்க் குறிப்பேற்றமும், வீச்சும் அமைய வேண்டிய தரக்குறிப்புகளையும் வண்ணக் குறிப்பேற்றச் செந்தரம் வரையறுக்கிறது. மூவண்ணத்துக்கும் வண்ண நுண்ணீழல் தன்மைகளை (chromaticities), அதாவது, நிறநீழல் (hue) வண்ணச் செறிவு (chroma) ஆயங்களை இச்செந்தரம் வெண்ணிறத்துடன் ஒப்பீட்டுச் சார்பு நிலையில் வரையறுக்கிறது. துணை ஊர்தியலையின் குறிப்பேற்ற உறுப்புகளின் அலைவெண் வரம்புகளையும் இச்செந்தரம் வரையறுக்கிறது.

கால்வழிச் செந்தரங்கள். இந்த இறுதி வகை அலைச் செலுத்தச் செந்தரங்கள் தொலைக்காட்சி நிலையக் கால்வழிகள் அமையும் அலைவெண் வரம்புகளை வரையறுக்கின்றன. மேலும், இவை பரப்பப்படும் பல்வேறு செய்திக் குறிப்பலைகள் கால்வழிக்குள் நிலவும் சார்பு இருப்பு நிலைகளையும் வரையறுக்கின்றன. கால்வழி பெறும் பட அலைப்பட்டையின் அலைவெண்ணையும் பிற அலைப் பட்டையின் கமுக்கப் பகுதியையும் ஒலிப்பரப்பல் பகுதியையும் குறுக்கீட்டுத் தவிர்ப்புக் காப்பு அலைப்பட்டையையும் உள்ளடக்க வேண்டும். எனவே, ஒட்டுமொத்தக் கால்வழியகலம் 405 வரிக்கு 5 MHZ, 525 வரிக்கு 6 MHZ, 625 வரிக்கு 6.5, 7.5, 8 MHZ ஆகும்.

ஒதுக்கீட்டுச் செந்தரங்கள். இச்செந்தரங்கள் விண் உணர்சட்டங்களின் உயரத்துக்கேற்ப அலைப்பரப்ப வேண்டிய திறனின் சிறும மற்றும் பெரும வரம்புகளை வரையறுக்கின்றன. இவை குறிப்பிட்ட தொலைவில் அமைய வேண்டிய இசைவு குறிப்பலை வலிமையையும் வரையறுக்கின்றன. தொலைக்காட்சி நிலையங்களுக் கிடையில் அமைய வேண்டிய சிறுமத் தொலைவு, அலைச் செலுத்தும் ஊர்தியலைகளின் அலைவெண்களுக்கிடையில் அமைய வேண்டிய சிறும அலைவெண் இடைவெளி ஆகியவையும் இச்செந்தரங்களால் வரையறுக்கப் படுகின்றன. இல்லாவிடில் ஒரே வட்டாரத்துள் இயங்கும் தொலைக்காட்சி நிலையங்களின் செய்திகள் குறுக்கிட வாயப்புள்ளது. சிறும அளவு தொலைக்காட்சியின் அலைப்பரப்புந் திறன் 1-50 கி. வாட் அளவிலும், பெரும அளவு அலைப்பரப்புந் திறன் 100-5000 கி.வாட் அளவிலும் தொலைக்காட்சி நிலையம் அமையும். வட்டாரப் பரப்பளவு, சூழ்நிலை, தொலைக்காட்சிக் கோபுர உயரம், அலைச் செலுத்தப்படும் அலைப்பட்டை அகலம் ஆகிய பல கூறுபாடுகளுக்கேற்ப மாறுபடும்.

மேற்கூறிய செந்தரங்கள் மட்டுமல்லாமல் தொலைக் காட்சி அலைவாங்கிகளுக்கான செந்தரங்கள் அவை பயன்படும் தொலைக்காட்சி நிலைய அலைச் செலுத்தம் மற்றும் அலை ஒதுக்கீட்டுச் செந்தரங்களுக்கேற்ப உரிய அரசுகளால் வரையறுக்கப்பட்டு உற்பத்தியாளர்களால் பின்பற்றப்படுகின்றன. காண்க: தொலைக்காட்சி, ஒளிப்படக் கருவி, தொலைக்காட்சிப் படிமக் குழாய், தொலைக்காட்சிக் கட்டுமான அமைப்புகள் (television networks), தொலைக்காட்சி நிலையம் அல்லது கலைக்கூடம் (television studio) , தொலைக்காட்சி அலைவாங்கி, தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி, காட்சித் தொலைபேசி (video telephone), வீச்சுக் குறிப்பேற்றம், அலைவெண் குறிப்பேற்றம், ஒற்றை அலைப்பட்டை, வண்ணத் தொலைக்காட்சி, மின்காந்த நிறமாலை ஒதுக்கீடுகள்.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

தொலைக்காட்சிப் பரப்பல்

ஒரு தொலைக்காட்சி நிலையத்திற்கென ஒதுக்கப்பட்ட ஆறு மெகா சைக்கிள் அகலமுள்ள அலைவழிக்குள்ளான ஊர்தி அதிர்வெண்களில் ஒரு நிகழ்ச்சியின் ஒளிப் பகுதியையும், ஒலிப்பகுதியையும் தனித்தனியாக அலைப் பரப்பிகளின் மூலம் ஒரே நேரத்தில் விண்ணில் பரப்புதல் தொலைக்காட்சிப் பரப்பல் (telecast) எனப்படுகிறது. வானொலி அலைப்பரப்புகளைப் போலவே தொலைக்காட்சிப் பரப்பலையும் பொது மக்கள் தம்மிடமுள்ள தொலைக்காட்சி வாங்கிகளில் ஏற்றுக் காண வைப்பதே அதன் நோக்கம். தொலைக்காட்சிப் பிம்பம் கறுப்பு-வெள்ளையாகவோ பன்னிறம் கொண்டதாகவோ இருக்கும். ஒளிப்பகுதி அலைகள் வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்டனவாகவும், ஒலிப்பகுதி அலைகள் பெரும்பாலான நாடுகளில் அதிர்வெண பண்பேற்றம் செய்யப்பட்டனவாகவும் இருக்கும்.

தொலைக்காட்சிப் பரப்பலில், ஒளிபரப்பு நிலையங்கள், அலைப்பரப்பிகள், அஞ்சல் வலையமைப்புகள், ஏற்பிகள் ஆகியவை நன்கு செயல்பட வேண்டுமெனில் அவற்றுக்குள் முழு அளவிலான ஒருங்கிணைந்த ஒத்துழைப்புத் தேவை. எனவே, உறுப்பமைப்புகளுக்கான கருவிகளை வடி வமைப்பதிலும், உற்பத்தி செய்வதிலும், செயல்பட வைப்பதிலும் பொதுவான எண்ணியல் மற்றும் வரைவியல் படித்தரங்கள் தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளன. பிற செய்தித் தொடர்பு அமைப்புகளைவிடத் தொலைக்காட்சி அமைப்புகளுக்கு இத்தகைய படித்தரத் தீர்மானம் மிக இன்றியமையாதது. ஏனெனில் தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பிகளும் ஏற்பிகளும் துல்லியமாக ஒருமைப்படுத்தப்பட்ட வகையில் இயங்க

வேண்டும். குறிப்பாகத் தொலைக்காட்சி ஒளிப்படமெடுக்கும் கருவியில் பிம்பத்தை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்கிற விதமும், ஏற்பிகளில் பிம்பத்தை உருவாக்கும் வரிக்கண்ணோட்டத்தின் விதமும் ஒரு நொடியில் ஒரு கோடியில் ஒரு பங்குக்கும் குறைவான நேர வேறுபாட்டுடன் நேரப் பொருத்தம் பெற்றிருக்க வேண்டும். இரண்டு அமைப்புகளிலும் பிம்பங்களின் இட விவரங்கள் ஓர் அங்குலத்தின் சில ஆயிரங்களில் ஒரு பங்குக்கும் குறைவான வேறுபாட்டுடன் இடப்பொருத்தம் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

எந்த ஒரு தொலைக்காட்சி ஏற்பியும் தன் ஏற்பு வட்டத்துக்குள் அமைந்திருக்கிற அனைத்துத் தொலைக் காட்சி நிலையங்களிலிருந்தும் ஒளி பரப்பப்படுகிற நிகழ்ச்சிகளை ஏற்றுக் காட்டக்கூடியதாக இருக்க வேண்டுமென்பதற்காக அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள நாடுகள் தமக்குள் ஒரு பொதுவான படித்தரங்களைத் தீர்மானித்துக் கொள்வது வழக்கம். வரிக்கண்ணோட்டத்தின்போது பிம்பம் பிரிக்கப்படுகிற வரிகளின் எண்ணிக்கை, வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் அமைந்திருக்கிற பாங்கு, ஒரு நொடியில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிற பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை, வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிற திசை, பிம்பத்தின் அகலத்திற்கும் உயரத்திற்குமிடையான தகவு ஆகியவை வரிக்கண்ணோட்டப் படித்தரங்கள் (scanning standards) ஆகும். ஒளி அலைகளை வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்கிற விதம் ஒலி அலைகளை அதிர்வெண் பண்பேற்றம் செய்கிற விதம் ஆகியவை பண்பேற்றப் படித்தரங்கள் ஆகும். இங்கிலாந்து, ஃபிரான்ஸ், பெல்ஜியம் ஆகிய நாடுகளில் உள்ள தொலைக்காட்சி நிலையங்கள், ஒலி அலைகளையும் வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்கின்றன.

ஒரு தொலைக்காட்சி நிலையம் பரப்புகிற அலைகளின் அதிர்வெண் நெடுக்கங்களை அலைவழிப் படித்தரங்கள் (channel standards) அறுதியிடும். ஒரு தொலைக்காட்சி நிலையம் ஒளி, ஒலி பரப்பக்கூடிய பெரும மற்றும் சிறும ஆற்றல் அளவுகள், அலைப்பரப்பி கோபுரத்தின் உயரம், அலைப்பரப்பக்கூடிய தொலைவு ஆகியவை விதிப்புப் படித்தரங்கள் (allocation standards) எனப்படும். இரண்டு தொலைக்காட்சி நிலையங்கள் பரப்புகிற அலை வழிகளுக்கிடையில் இருக்க வேண்டிய அதிர்வெண் வேறுபாடும் அறுதியிடப்பட்டு அவற்றின் அலைப்பரப்புகள் ஒன்றோடொன்று குறுக்கிட்டுக் கொள்ளாமல் தடுக்கப்படுகின்றன.

மேற்காணும் படித்தரங்களுக்கு இசைந்த வகையில் அரசு, கருவிகளுக்கான படித்தரங்களை அறுதியிட்டுள்ளது. கருவி உற்பத்தியாளர்கள் அவற்றை ஒப்புக்கொண்டு அதற்கேற்ற வகையில் தம் கருவிகளை வடிவமைத்துத் தயாரிக்கின்றனர்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைக்காட்சி வரிக்கண்ணோட்டம்

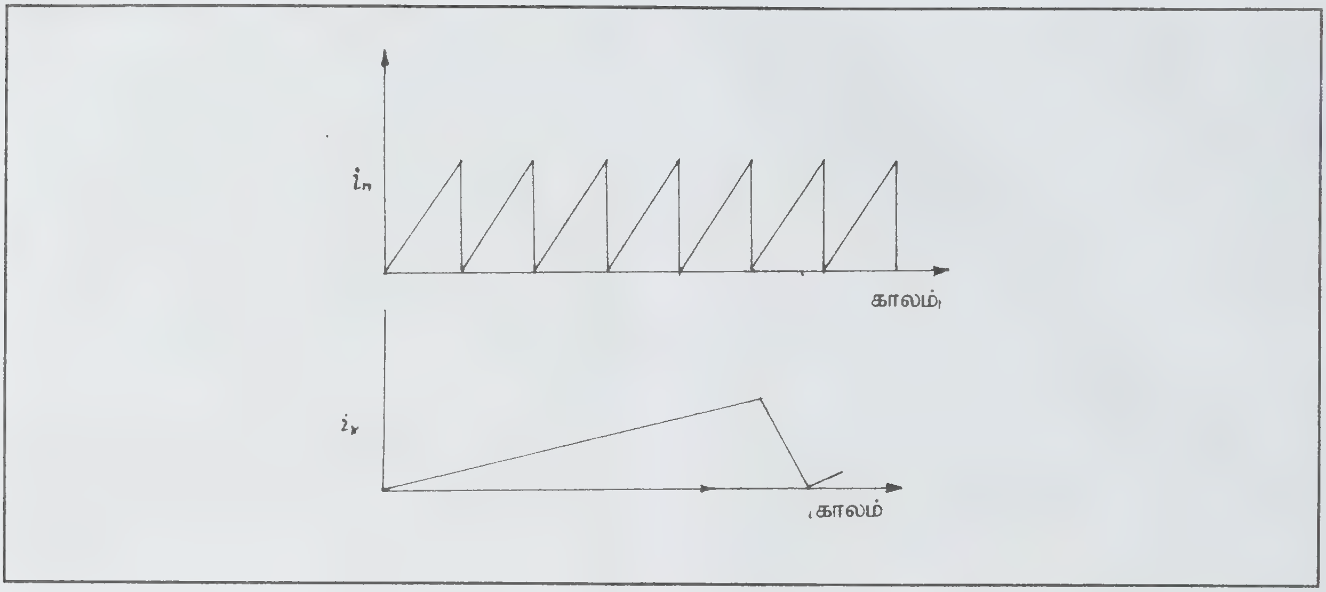
தொலைக்காட்சியில் அலைப்பரப்பப்படும் காட்சியின் பிம்பத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு பொருளின் விவர ஒளிப்பொலிவையும் ஆய்வு செய்து நோக்கும் முறையே, தொலைக்காட்சி வரிக்கண்ணோட்டம் (television scanning) எனப்படுகிறது. இம்முறை தொலைக்காட்சிப் படங்களைப் படத்தனிமங்களாகப் பகுக்கிறது. இது முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம் (progressive scanning), பின்னிய வரிக்கண்ணோட்டம் (interlaced scanning) என இரு வகைப்படுகிறது.

முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம். வரிக்கண் ணோட்டம், இடப்பக்க மூலையின் மேற்பகுதியில் தொடங்கும், எலெக்ட்ரான் கற்றை முதல் வரியில் நகர்ந்து வலப்பக்கத்தை நோக்கி 1-1 எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள கோட்டில் மாறா வேகத்தில் செல்லும். இச்சமயத்தில் படத் தகவல் திரையில் காட்சியாகத் தெரியும். இது, ஒரு நூலிலுள்ள வரிகளைப் படிக்கும் முறையை ஒத்ததே. முதல் வரியைப் படிக்க இடப்பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கமும், பின் இரண்டாம் வரியைப் படிக்க மீண்டும் இடப்பக்கத்தையும் நோக்குவதுபோல இங்கும் முதல் வரியின் முடிவில் எலெக்ட்ரான் கற்றை 1-2 குறிப்பிடப்பட்டுள்ள புள்ளியிட்ட கோட்டின் வழியே திரும்பும்.

1-1 எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள கோடு, பதிவுக்கோடு (trace) எனப்படுகிறது. 1-2 எனும் புள்ளியிட்ட கோடு மீள் பதிவுக்கோடு (retrace) எனப்படுகிறது. இப்போது ஒளிக்கற்றை இடப்பக்கப்புள்ளி 2-இல் இருக்கும். பின் 2-2 எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள இரண்டாம் வரியை வரிக்கண்ணோட்டமிட இடப்பக்கம் நகரும். இவ்வாறு அனைத்து வரிகளும் மேலிருந்து கீழாக ஒன்றன்பின்ஒன்றாக வரிக்கண்ணோட்ட மிடப்படுகிறது.

பின் வரிக்கண்ணோட்டம் மீண்டும் இடப்பக்க மூலையின் மேற்பகுதியிலிருந்து தொடங்கும். இவ்வாறு வரிக்கண்ணோட்டம் மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறும். படத்தின் காட்சியமைவு எந்நிலையில் இருந்தாலும், எலெக்ட்ரான் கற்றை திரையினிடையே முன்னும் பின்னும் நகரும். படச்சைகை இராதபோது, திரையின் மேல் எலெக்டரான கற்றை ஒரு வெண்ணிறச் செவ்வகத்தை உண்டாககும. இச்செவ்வகம் ராஸ்டர் (raster) எனப்படுகிறது.

எலெக்ட்ரான் கற்றை இடப்பக்கத்திலிருநது வலப்பக்கத்திற்கும் பின் மீண்டும் இடப்பக்கத்திற்கும் நகர, கிடைமட்ட விலக்கு சுருள்களுக்கு Ie எனும் ஒரு ரம்பப்பல் கோடு அதிர்வெண் மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்க வேண்டும்.

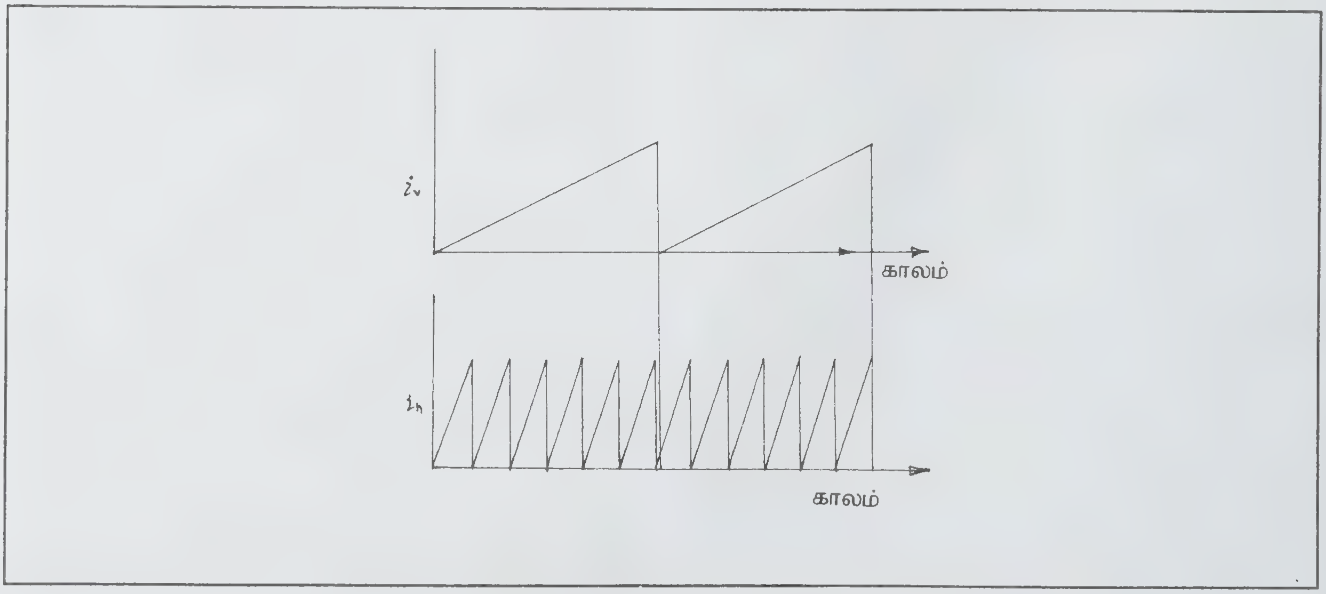


படம் 1. (அ), (ஆ) முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம்

எலெக்ட்ரான் கற்றை மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்ல, செங்குத்து விலக்கு சுருள்களுக்கு If எனும் ரம்பப்பல் புலம் அதிர்வெண் மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்க வேண்டும். இவ்வரிக்கண்ணோட்ட முறை மிகு அதிர்வெண் பட்டையைக் கொடுப்பதால், இதைத் தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்த இயலாது.

பின்னிய வரிக்கண்ணோட்டம். இதில் ஒவ்வொரு சட்டமும் இரு ராஸ்டர்களைக் கொண்டிருக்கும். அவை ஒற்றை எண் ராஸ்டர், இரட்டை எண் ராஸ்டர் என்பன. பின்னிய வரிக்கண்ணோட்டத்தில் முதலில் ஒற்றை எண் வரிகளும் பின் இரட்டை எண் வரிகளும் வரிக்கண்ணோட்டமிடப்படுகின்றன. இதனால் படம் இரண்டு முறை வருவதுபோலத் தோன்றும். எனவே, முழு ராஸ்டர் பரப்பும் இரண்டு முறை வரிக்கண்ணோட்டமிடப்படுகிறது.

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள முதல் புலத்தின் வரிக்கண்ணோட்டம் A எனும் புள்ளியில் தொடங்கி 1, 3, 5 போன்ற ஒற்றை எண் வரிகளை வரிக்கண்ணோட்டமிட்டு D எனும் புள்ளியில் முடிவடைகிறது. பின் இரண்டாம் புலத்தின்



படம் 2. (அ), (ஆ) பின்னிய வரிக்கண்ணோட்டம்

வரிக்கண்ணோட்டம் E எனும் புள்ளியில் தொடங்கி 2, 4, 6 போன்ற இரட்டை எண் வரிகளை வரிக்கண்ணோட்டமிட்டு F எனும் புள்ளியில் முடிவடைகிறது. 525 கோடுகள் கொண்ட ஒவ்வொரு சட்டத்தையும் இரண்டு புலங்களாகப் பிரித்தால் ஒவ்வொரு புலமும் $262\frac{1}{2}$ கோடுகளைக் கொண்டிருக்கும்.

பார்வை நீடிப்பு, குழாயின் பொலிவு நீடிப்பு ஆகியவற்றால் இரு புலங்களும் இணைந்து ஒரு தனிப் படமாகக் காட்சியளிக்கும். பின்னிய வரிக்கண்ணோட்டத்தில் குறை அகல அதிர்வெண் பட்டையைப் பெறலாம்.

பிரிவீடு. ஒரு பொருளின் நுண் அமைப்பைக் காட்டுகின்ற படிவம் உண்டாக்கும் அமைப்பின் திறமை, பகுத்துணர் திறன் (resolving power) அல்லது பிரிவீடு (resolution) எனப்படுகிறது. தொலைக்காட்சிப் படப்பிடிப்புக் குழாயிலுள்ள எலெக்ட்ரான் கற்றையின் விட்டம் பிரிவீட்டைக் கட்டுப்படுத்தும். சட்டத்திற்கு 525 கோடுகள் என்னும் முறையில், $f = 0.0125n$ எனும் சமன்பாட்டின்படி பட்டையகலம் (bandwidth) பிரிவீட்டைக் கட்டுப்படுத்தும். இதில் n என்பது கோடுகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். f, MHZ இல் இருக்கும்.

பட்டையகலம் 40 MHZ ஆக இருக்கும்போது பிரிவீடு 320 கோடுகள் ஆகும். பொதுவாக ஒரு படப்பிடிப்புக் குழாய் 800 கோடுகள் பிரிவீட்டைக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் தொலைக்காட்சி வழியால் (channel) விதிக்கப்பட்ட வரம்புகள், பிரிவீட்டை 300 ஆகக் குறைத்துள்ளன.

வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளும் அதிர்வெண்ணும். ஒரு நொடிக்கு 30 முறை எனும் செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்ட வீதத்தில், ஒவ்வொரு சட்டத்திற்கும் 525 கோடுகள் ஒதுக்கப்பட்டிருக்கும். காட்சியின் இடப்பக்க முனைக்கு எலெக்ட்ரான் கற்றை திரும்பி வர ஒரு திட்டக்கால அளவு தேவைப்படும். இக்கால நேரம் வெற்றிடத் திரும்பிவரும் (retrace) நேரம் எனப்படும். இது கூடுதல் வரிசை நேரத்தில் 16-18% அல்லது 10-16 - 11.43 μs தேவைப்படும். அதுபோலச் செங்குத்துப் புலக் காலத்தில் 7.5 - 8% அல்லது படத்தின் மேற்பகுதிக்கு எலெக்ட்ரான் கற்றை திரும்பி வர 1250-1333 μs தேவைப்படும்.

- இரா. இந்து

தொலைக்காட்சி வலையமைப்பு

ஒரு தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒளிபரப்பு நிலையங்களுக்கு ஒரே சமயத்தில் அனுப்பி ஒளிப்பரப்பச் செய்வதற்குப் பயன்படுகிற அமைப்பு தொலைக்காட்சி வலையமைப்பு (television standards) எனப்படுகிறது. இவ்வாறு சைகைகளை அனுப்புவதற்கு உள்ளூர்க் கம்பி வட அமைப்புகள், மைக்ரோ அலை ரேடியோ செய்திகள், நகரங்களுக்கிடையிலான ஓரச்சுக் கம்பி வடங்கள், தொலைபேசிப் பாதைகள் போன்றவை பயன்படுகின்றன. அமெரிக்கா போன்ற பெரும் பரப்புள்ள நாடுகளில் வெவ்வேறு மாநிலங்கள் வெவ்வேறு நேரத்தொகுப்பில் அமைந்திருக்கும். ஒரு தொலைக்காட்சித் தயாரிப்பு நிலையம் அனுப்பும் நிகழ்ச்சியை உடனடியாக அல்லது நேரடியாக ஒளிபரப்ப நேரமும், சூழ்நிலையும் ஏற்றவையாக இராதபோது அந்த நிகழ்ச்சியை ஒளிப்பதிவு செய்து வைத்துக்கொண்டு வசதியான நேரத்தில் ஒளிபரப்புவதற்கான கருவிகள் வலையமைப்பின் நிலையங்களில் இருக்க வேண்டும். இதன் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சியை மறு ஒளிபரப்பு செய்ய இயலும்.

பெரும்பாலான வலையமைப்புகள் வட்டக்கண்ணி (round robin) அடிப்படையில் செயல்படுகின்றன. இந்தியாவில் செயற்கை கோள்களின் உதவியால் ஒரு தொலைக் காட்சித் தயாரிப்பு நிலையத்திலிருந்து அனுப்பப் படும் நிகழ்ச்சிகள் நாட்டின் பலவேறு நகரங்களிலுள்ள ஒளிபரப்பு நிலையங்களுக்கு வழங்கப்படுகின்றன. அஞ்சல் துறையின் நுண்ணலைத் தொடர்பு வசதிகளின் மூலமாகவும் ஒளிபரப்புச் சைகைகள் அனுப்பப்படுவதுண்டு.

வலையமைப்புச் செயல்பாட்டில் அடிக்கடி தொடர்பு மாற்றம் செய்ய வேண்டியிருக்கும். உள்ளூர் நிலையங்களில் இதற்காக அமைப்புகள் உண்டு. தொடர்பு மாற்றம் பணியாளர்களால் அல்லது ஓரளவு தானியங்கி அமைப்பு களால் செய்யப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தொடர்பு மாற்றம் செய்ய வேண்டியிருந்தால் அதைத் தானியங்கி அமைப்புகள் செய்யும். எ-டு: நாள்தோறும் இரவில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்துக்குப்பின் இந்தியாவிலுள்ள அனைத்துத் தொலைக்காட்சி நிலையங்களும் டெல்லியிலிருந்து வழங்கப் படும் தேசிய நிகழ்ச்சிகளை ஒளிபரப்பத் தொடங்குகின்றன. அதற்கான தொடர்பு மாற்றத்தைத் தானியங்கி அமைப்புகள் செய்துவிடும். ஆனால் விளையாட்டுப் போட்டிகள், விழாக்கள் போன்றவற்றை நேரடியாக ஒளிபரப்பும்போது, சங்கேதக் குறிப்புகளின் உதவியுடன் பணியாளர்கள், தொடர்பு மாற்றம் செய்ய வேண்டியிருக்கும். ஏனெனில் அவை தொடங்கும் நேரம், முடியும் நேரம் ஆகியவற்றை அறுதியிட இயலாது. தொடர்பு மாற்றத்துக்கும் அடுத்த நிகழ்ச்சி தொடங்குவதற்கும் இடையில் உள்ள நேர இடைவெளியில் அறிவிப்புகள் அல்லது விளம்பரங்களை உள்ளூர் ஒளிபரப்பு நிலையம் ஒளிபரப்பும்.

வலையமைப்பின் ஓர் உறுப்பு மையத்துக்கு வந்து சேரும் சைகையைக் கண்காணிக்கவும் ஆய்வு செய்யவும் இரண்டு கண்காணிப்புக் கருவிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றில் ஓர் அலைவு காட்டி வீடியோ அலை வடிவத்தையும், ஓர் உயர்வகைத் தொலைக்காட்சி ஏற்பி பிம்பத்தின் தரத்தையும் ஆயும்.

வலையமைப்புப் பாதையின் தன்மையை அறியப் பல சைகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதிர்வெண்ணுக்கும் வீச்சுக்கும் இடையிலான தொடர்பின் பண்புகளைக் காண, படிப்படியாக மிகுதியாகும் அதிர்வெண்களைக் கொண்ட பட்டைகள் பயன்படும். வெப்ப மின்னிரட்டை வகையைச் சேர்ந்த ஒரு கருவியின் உதவியால் துல்லியமான அளவீடுகளை எடுக்கலாம் அல்லது ஆய்வுச் சைகையுடன் ஒரு மேற்கோள் சைகையும் சேர்ந்து ஒளிபரப்பப்படும்போது ஓர் ஒப்பீட்டு மின் சமனச் சுற்றைப் பயன்படுத்தி அளவீடுகள் எடுக்கப்படும். மிகக் குறைந்த மதிப்பிலிருந்து உச்ச மதிப்பிலிருந்து உச்ச மதிப்புக்கு ஏறி இறங்கும் ஆய்வுச் சைகை பரவலாகப் பயன்படுகிறது. அதைத் தகுந்த துலக்கி மற்றும் அலைவு காட்டியின் உதவியுடன் ஆராயும்போது ஒரே பார்வையில் மின் சுற்றின் தன்மையைக் கண்டுபிடித்து விடலாம். ஓரளவே துல்லியமான ஆய்வுகளுக்குப் பல அதிர் வெண்களைக் கொண்ட கூட்டுச்சைகை பயன்படுத்தப் படுவதுண்டு. அதை அலை வடிவக் கண் காணிப்புக் கருவியினால் ஆயலாம். அந்தச் சைகையில் ஒரு சதுர அலைத் துடிப்பும் அதைத் தொடர்ந்து பல்வேறு அதிர்வெண்களும் வரும்படிச் செய்யப்படும். இந்தச் சைகையின் உதவியால் சைகை கடத்து அமைப்புகளில் சைகைச் சுருக்கம் அல்லது சைகைக் கலப்புகளைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. உள் வரும் சைகைகளின் நலிவு, உருமாற்றம், குறுக்கீடு, சீரற்ற ஏற்றம், கட்ட உருக்குலைவு, தேவையற்ற ஓசை, தாமத உருக்குலைவு போன்றவற்றைக் கண்டறியவும் ஆய்வுக் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

தொலைக்காட்சித் திரையில் விழும் பிம்பம் நன்கு தெரிய வேண்டுமானால், படப்பிடிப்புக் கருவியிலிருந்து வெளிப்படும் சைகைகளில் உள்ள அனைத்து அதிர்வெண்களும் வீச்சிலும் நேரத்திலும் பிறழாமல் ஏற்பியை வந்தடைய வேண்டும். ஆனால் பிழையற்ற சைகைப் பயணம் எப்போதும் நிகழாது. எந்தக் கருவியும் லட்சியத் தன்மையில் முழுமையாகப் பணியாற்றுவதில்லை.

தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பில் 4.2 மெகாசைக்கிள் என்பதே ஏற்பிகளுக்கு அனுப்பப்படும் வீடியோ சைகைகளில் உயர் அதிர்வெண் ஆகும். அது வரையுள்ள அனைத்து அதிர்வெண்களும் வலையமைப்பின் ஒவ்வொரு மையத்திற்கும் அனுப்பப்படல் வேண்டும். ஆயினும் செலவைக் குறைப்பதற்காக ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் பட்டைக்குள் அடங்கும் வகையில் சைகைகளை அனுப்புவதே வழக்கம். ஆகையால் தொலைக்காட்சித் திரையில் பிம்பத்தின் தரத்தில் ஏற்படும் குலைவு மிகக் குறைவாக இருக்கும்.

கம்பிகள் மூலம் சைகைகளைக் கடத்துவதைவிட நுண்ணலைகள் மூலம் அனுப்புவதே மேலாகும். குறிப்பாக வெளிப்புறப் படப்பிடிப்புகளின்போது நுண்ணலைகளே பயன்படுகின்றன. உடனடித் தேவை அல்லது தற்காலிக நோக்கங்களுக்கு உதவும் வகையில் நுண்ணலைப் பரப்புக் கருவிகள் சிறியவாகவும் எளிதில் கையாளக் கூடியவையாகவும் உள்ளன. தேவைப்படும்போது ஒரு மணி நேரத்திற்குள் நுண்ணலைத் தொடர்பை நிறுவி விட இயலும். ஆனால் நிரந்தரமான அமைப்புகளுக்குக் கோபுரங்கள் தேவை. அவற்றை நிறுவுவதற்கான இட வசதி முதல் அலைத் தொடர்புகளை நிறுவுவது வரையான பணிகளை முடிக்க நீண்ட காலம் ஆகும். வெளி நாட்டு ஒளிபரப்பு நிறுவனங்கள் இடம்பெயர்ந்து எடுத்துச் செல்லக் கூடிய கோபுரங்களைப் பயன்படுத்துகின்றன.

இந்தியத் தொலைக்காட்சி அமைப்பில் நுண்ணலைப் பங்கீடு சிக்கல் ஏற்படுத்துவதில்லை. வெளி நாடுகளில் பல தனியார் நிறுவனங்கள் தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பில் ஈடுபட்டுள்ளன. அவை அனைத்தும் மிக நெருக்கமாக இருந்துவிட்டால் ஒளிபரப்பும்போது அலைக் குறுக்கீடுகள் ஏற்பட்டு ஒளிபரப்பில் குலைவு ஏற்படுவதுண்டு. ரேடியோ தொலைத் தொடர்பு அலை வரிசைகளும் குறுக்கீடு செய்யும்.

புவியின் காந்தப்புலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் நுண்ணலை ரேடியோ அமைப்புகளைப் பாதிக்கும். தானியங்கித் தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகள் ஓர் அலை வழிப் பாதையில் மங்கல் ஏற்பட்டால் உடனடியாகச் செயல்பட்டு மங்கல் ஏற்படாத பாதையில் சைகைகளைச் செலுத்தும். 50 கி.மீ. இடைவெளியில் மைக்ரோ அலை அஞ்சல் நிலையங்களும் மறு ஒளிபரப்பிகளும் அமைக்கப்படுவது இன்றியமையாதது.

மூடிய சுற்று வலையமைப்புகள். தொழிற்சாலைகள், அரசு அலுவலகங்கள், கல்வி நிலையங்கள் போன்றவற்றில் மூடிய சுற்று வலையமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. விற்பனைப் பெருக்கம், கருத்தரங்கு, மேற்பார்வைக் கண்காணிப்பு, போக்குவரத்து ஒழுங்குபடுத்தல், ஆணையிடல் போன்ற நோக்கங்களுக்கு அவை உதவும். கம்பி வடங்கள் மூலமாக 60 கி.மீ. வரை தொலைவிலுள்ள இடங்களுக்குத் தொலைக்காட்சிச் சைகைகளை அனுப்பலாம். அதற்கு மேற்பட்ட தொலைவுகளுக்கு நுண்ணலை மூலமாக ஒளிபரப்பு உத்திகள் கையாளப்படுகின்றன.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைத் தட்டச்சுக் கருவி

தந்திக் கம்பிமின்சுற்றுகளின் மூலமாகச் செய்திச் சைகைகளை அனுப்பவும், ஏற்கவும் பயன்படுகிற கருவி தொலைத் தட்டச்சுக் கருவி (teletypewriter) எனப்படுகிறது. இதைத் தொலை அச்சுக் கருவி (teleprinter) எனவும் கூறுவர்.

இது இரண்டு விதமான பணிகளைச் செய்கிறது. இதன் சாவிப்பலகையிலுள்ள ஒவ்வொரு சாவியையும் அழுத்தும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட எழுத்துக்கான மின் சைகை சங்கேத வடிவில் உண்டாகித் தந்திக் கம்பி மின்சுற்றில் பரவும். அதே போன்ற வேறு ஒரு தொலை அச்சுக் கருவியிலிருந்து வரும் மின் சைகைகளை ஒரு தட்டச்சுப் பகுதி ஏற்று ஒரு காகிதத்தில் சங்கேத வடிவிலுள்ள சைகைகளைத் தகுந்த எழுத்துகளாக மாற்றித் தட்டச்சுச் செய்து தரும்.

நாடா வகைத் தொலைத் தட்டச்சுக் கருவி எழுத்துக்களை ஒரு நீண்ட காகித நாடாவில் அச்சிடும். சொற்கள் உருவாகிச் செய்தி முழுமையாக வரப்பெற்றதும் அந்த நாடாவைத் துண்டு துண்டாகக் கிழித்து ஒரு தந்திக் காகிதத்தில் ஒட்டிவிடலாம். தந்திச் செய்திகளை அனுப்ப அஞ்சல் துறை இத்தகைய கருவிகளைப் பயன்படுத்துகிறது.

முழுத்தாள் தொலைத் தட்டச்சுக் கருவி அதே போல் மின் சைகைகளை எழுத்துகளாக மாற்றி 8.5 அங்குல அகலமுள்ள ஒரு நீண்ட காகிதத்தில் அச்சிடும். இதற்காக ஒரு காகித உருளை அதில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். செய்தி நிறுவனங்கள் இக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன.

எழுத்துகளை மின் சைகைகளாக மாற்ற பாவ்டாட் சங்கேத முறை (Bavdot code) பயன்படுகிறது. அதில் ஐந்து சங்கேதத் துடிப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றையும் குறியீடாகவோ இடைவெளியாகவோ பயன்படுத்தலாம். பெரும்பாலான தொலை அச்சுக் கருவிகள் ஒற்றை மின்னோட்டச் சைகைகளையே பயன்படுத்துகின்றன. அவற்றில் குறியீட்டுச் சைகை என்பது மின் சுற்றின் வழியாக ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்துக்கு மின்னோட்டம் பாய்வதாகவும் இடைவெளிச் சைகை என்பது மின்னோட்டம் பாயாததாகவும் கொள்ளப்படும். நெடுந்தொலைவுக்குச் செய்தியனுப்பிப் பெறுகிற தொலை அச்சு அமைப்புகளில் முனை நிலைச் சைகைகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் எதிரின மின்னோட்டம் பாய்வது குறியீடு சைகையாகவும் நேரின மின்னோட்டம் பாய்வது இடைவெளி சைகையாகவும் கொள்ளப்படும்.

தொலை அச்சுக் கருவியில் பாவ்டாட் சங்கேத முறையில் செய்தியனுப்பும்போது முதலில் தொடங்கு சைகையாக ஓர் இடைவெளி சைகை அனுப்பப்பட்டுப் பிறகு ஐந்து சங்கேதத் துடிப்புகள் அனுப்பப்படும். அதையடுத்து ஒரு குறியீடு துடிப்பு நிறுத்து சைகையாக அனுப்பப்படும். ஐந்து சங்கேத துடிப்புகளை 32 விதமாகக் கூட்டி வைக்கலாம். ஒவ்வோர் ஆங்கில எழுத்துக்கும் ஒரு கூட்டு ஒதுக்கப்படுகிறது. ஐந்து சங்கேதத் துடிப்புகளும் இடைவெளிச் சைகைகளாக அமைவது வெற்றுக்கூட்டு (blank combination) எனப்படும். எஞ்சிய ஐந்து கூட்டுகளில் எண்கள் அல்லது நிறுத்துக் குறிகளை (punctuation marks) அச்சிடும் வகையில் அச்சுப் பகுதியை நகர்த்தவும், இரண்டாம் கூட்டு எழுத்துகளை அச்சிடும் வகையில் அச்சுப் பகுதியை நகர்த்தவும், மூன்றாம் கூட்டு அச்சுப் பகுதி ஒரு வரியை அச்சிட்டு முடிந்ததும் இடப் பக்க விளிம்புக்கு மீண்டு வரவும், நான்காம் கூட்டு ஒரு வரி அச்சிட்டு முடிந்ததும் காகிதத்தை உயர்த்தி அடுத்த வரி சற்றுக் கீழே பதியுமாறு செய்யவும், ஐந்தாம் கூட்டு சொற்களுக்கிடையில் இடைவெளி விடுமாறு செய்யவும் பயன்படுகின்றன. நாடா வகைத் தொலையச்சுக் கருவிகளில் அச்சுப் பகுதியை இடப் பக்க விளிம்புக்கு நகர்த்துகிற அமைப்பும், காகிதத்தை உயர்த்தும் அமைப்பும் இரா. அவற்றுக்கான துடிப்புக் கூட்டுகள் நிறுத்து குறிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

உயர்நிலை (upper shift), தாழ் நிலை (lower shift) ஆகிய இரண்டிலும் அச்சிட 26 சங்கேதக்கூட்டுகளே உள்ளன. எனவே தொலை அச்சுக் கருவிகளில் பெரிய எழுத்துகள் (capital) மட்டுமே அச்சிடப்படும். உயர் நிலையில் சுழி முதல் ஒன்பது வரையான பத்து இலக்கங்களுக்கும், நிறுத்து குறிகளுக்கும், அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும் மற்றக் குறிகளுக்கும் மட்டுமே இடமுண்டு. ஓர் உயர் நிலைக் கூட்டு, ஓர் எச்சரிக்கை மணியை ஒலிப்பதற்காகப் பயன்படுகிறது.

செயல்பாடு. சாவிப் பலகையையும், அச்சிடும் உறுப்பையும் இயக்குவதற்கான ஆற்றலை ஒரு மின்னோடி அளிக்கும். அது பற்சக்கரங்களின் மூலம் சாவிப் பலகையிலுள்ள பிடிகளுடனும், அச்சிடும் உறுப்பின் ஏற்புத் தண்டுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சாவிப் பலகையினுள் ஒரு சாவியை அழுத்தியவுடன் அதிலுள்ள எழுத்து அல்லது எண் அல்லது அதன் பணிக்கு உரிய சங்கேதக் கூட்டிற்கு உரித்தான வரிசையில் ஐந்து சங்கேதப் பட்டைகள் இடப்புறத்திலோ வலப்புறத்திலோ நிலை கொள்ளும். எந்த ஒரு சாவியை அழுத்தினாலும் ஒரு பொதுத் தண்டு செயல்பட்டு ஒரு பிடிப்பு நீக்க அமைப்பினை இயக்கும். அதன் காரணமாகச் சாவிப் பலகைப் பிடி, ஒரு திரிமுனை (cam) உறை அமைப்புடன் பொருத்தி அதைச் சுழற்றும். அதோடு இணைந்த ஒரு விசை கடத்துந் தண்டு சுழலத் தொடங்கும். இந்தச் சுழற்சியின்போது ஆறு கேம்கள் தொடு முனைகளை வரிசையாக இயக்கி, நிறுத்தல் - தொடங்கல் சைகைகளை உண்டாக்கும். தொடு முனைகள் மூடினால் ஒரு குறியீடு துடிப்பும், மூடாமல் தடுக்கப்பட்டால் ஓர் இடைவெளித் துடிப்பும் தோன்றும். இந்தக் கேம்களில் ஒன்று தொடக்கத் துடிப்பையும், ஓய்வுத் துடிப்பையும் உண்டாக்குகிறது. மற்ற ஐந்து கேம்களும் எழுத்து அல்லது இலக்கத்திற்கான சங்கேதத் துடிப்புகளை உண்டாக்குகின்றன. கேம் உறை சுழன்று முடிந்ததும் விசை கடத்தும் பிடி விடுபட்டுக்கொள்ளும். சாவி மீண்டும் அழுத்தப்படும்வரை கேம் உறை ஓய்வாயிருக்கும்

தொடக்கு - நிறுத்துச் சைகைகள் அச்சிடும் உறுப்பிலுள்ள ஒரு மின் காந்தத்துக்குச் செல்லும் குறியீடு

துடிப்பின்போது அதன் மூலம் மின்னோட்டம் பாயும். அதனால் மின்னகம் (armature) காந்த முனைகளுடன் ஒட்டிக்கொள்ளும். இடைவெளித் துடிப்பின்போது மின் காந்தத்தில் மின்னோட்டம் பாயாது. ஒரு வில் சுருள், மின்னகத்தைக் காந்த முனைகளிலிருந்து பிரித்து விலக்கி வைக்கும். தொடக்கத் துடிப்பு வந்து சேரும்போது மின்னகம் இவ்வாறு விலக்கப்படும். இதன் காரணமாக ஏற்கும் தேர்வுப் பிடி விடுவிக்கப்பட்டு ஏற்புத் தண்டில் உள்ள ஒரு கேம் உறை அமைப்பை இயக்கும். அந்த அமைப்பு சுழலும்போது ஐந்து தேர்வுக் கேம்கள், அச்சிடும் பகுதியில் அச்சு முகப்புகளை வரிசையாக அணி வகுக்கச் செய்யும். குறியிடு துடிப்பு அல்லது இடைவெளி துடிப்புக்கு ஏற்றபடி மின்னகம் மின் காந்தத்துடன் ஒட்டி அல்லது அதிலிருந்து விடுபட்டிருப்பதைப் பொறுத்து அச்சிடும் உறுப்பில் முகப்புகள் அணி வகுக்கும். ஐந்து முகப்புகள் வரிசையில் வந்து சேர்ந்ததும், ஆறாவதாக ஒரு துடிப்பு கேம் உறையில் தோன்றிப் பிறிதொரு பிடியைத் தட்டிவிடும். அந்தப் பிடி அச்சிடுகிற அமைப்பை இயக்கும். அல்லது அச்சு உருளையை ஏற்றவோ தாழ்த்தவோ செய்யும். தேர்வு எந்திர இலக்கம் அச்சிடப்படும் அல்லது உருளை இயக்கம் நிறைவேற்றப்படும்.

ஐந்தாம் சங்கேதத் தேர்வு முடிந்தவுடன் ஏற்பு கேம் உறைத் தொகுதி தன் ஓய்விடத்துக்குத் திரும்பி வரும். ஏற்பித் தேர்வுப் பிடி விடுவிக்கப்படும். கேம் தொகுதி சுழலுவதை நிறுத்தி அடுத்த தொடக்குத் துடிப்பு வரும் வரை ஓய்ந்திருக்கும். சைகை கடத்துந் தண்டைவிட ஏற்புத்தண்டு மிகு வேகத்துடன் சுழலும். வழக்கமாக அவற்றின் சுழற்சி வேகங்கள் 7:8 அல்லது 12:13 என்னும் வீதத்தில் அமையும். ஓய்வுத் துடிப்பு பெறப்பட்டுக் கொண்டிருக்கிற நேரத்தில் ஏற்புத்தண்டு ஒரு கற்றை முடித்துத் தன் தொடக்க நிலைக்குத் திரும்பி வந்துவிடும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு சுழற்சியின் முடிவிலும் ஏற்புத்தண்டு சில நொடிகளுக்கு ஓய்ந்திருக்கும். சைகை அனுப்பு உறுப்புடன் நேரப் பொருத்தம் ஏற்படுகிற வகையில் ஏற்புத் தொலை அச்சுக் கருவி ஒவ்வொரு செயல்பாட்டையும் தொடங்குவது இதன் மூலம் உறுதி செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு தொடக்கு - நிறுத்து நேரப் பொருத்தம் நிறுவப்படுவதன் காரணமாகச் சைகை அனுப்பும் கருவியின் வேகத்திற்கும், சைகை ஏற்கும் கருவியின் வேகத்திற்கும் இடையிலான நுண்ணிய வேறுபாடுகள் பெருகாமல் தடுக்கப்படுகின்றன.

ஒரு தேர்வை நிகழ்த்த ஒரு துடிப்பின் ஒரு சிறு பகுதியே போதும். துடிப்பின் எஞ்சிய பகுதி ஒரு செயல் இடைவெளியை அளித்து, வந்து சேரும் துடிப்பில் உருக்குலைவு ஏற்பட்டாலும் சரியான எழுத்து அல்லது இலக்கம் அச்சாகும்படிச் செய்கிறது. நெடுக்க அளவி (range scale) வந்து சேரும் சைகைகளைப் பொறுத்துத் தேர்வு நிகழும் கணங்களை ஒருமுகப்படுத்தி, ஒவ்வொரு சங்கேதத் துடிப்பின் மையக் கணத்தில் மட்டுமே தேர்வு நிகழும்படிச் செய்கிறது. இதன் மூலம் சங்கேதத் துடிப்பு முற்றிலும் உருக்குலைந் திருந்தாலும் தேர்வு சரியாக அமையும்.

- கே.என். இராமசந்திரன்

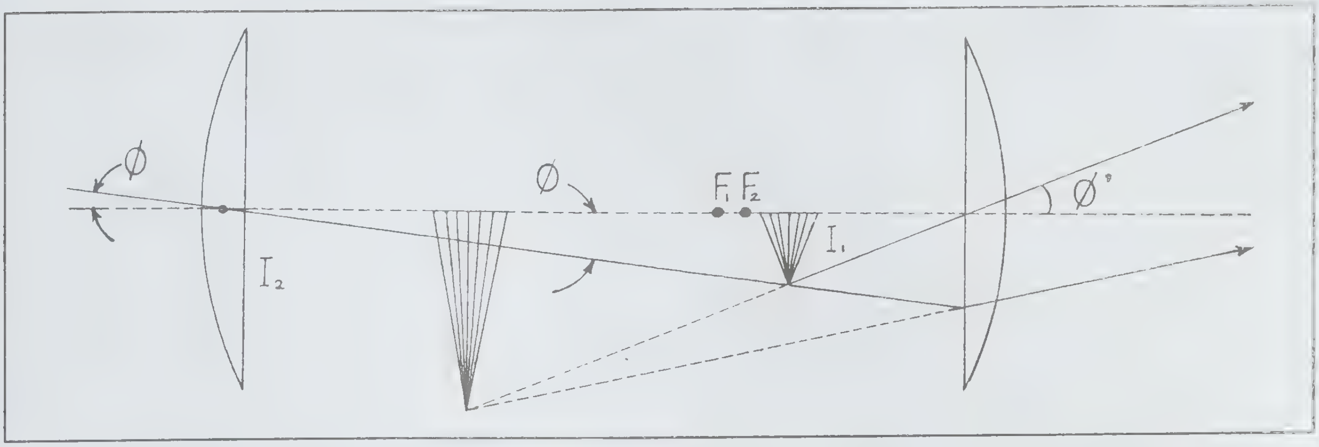
தொலைநோக்கி

தொலைவிலுள்ள பொருள்களை உருப்பெருக்கம் செய்யப் பயன்படும் கருவி தொலைநோக்கி (telescope) எனப்படும். தொலைநோக்கியைக் கலிலியோ முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கவில்லையாயினும் அதைப் பயனுறுமாறு வகைப்படுத்தினார். கலிலியோ வானியல் ஆராய்ச்சிக்காகத் தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்தி உலகம் வியக்கும் வகையில் பல அரிய உண்மைகளைக் கண்டறிந்தார். காட்டாக, வியாழனின் சந்திரன், சூரியப்புள்ளிகள், சந்திரனின் மேற்பரப்புக் கூட்டமைப்புப் போன்றவற்றை உலகுக்குப் புலப்படுத்தியவர் கலிலியோவேயாவார்.

தொலைவிலுள்ள சந்திரன், கோள்கள் போன்றவற்றை நோக்க உதவும் தொலைநோக்கிகள் இரண்டு அடிப்படைச் சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் வகையில் உருவாக்கப்பட வேண்டும். கண்களால் பார்ப்பதைவிடத் தொலைநோக்கியால் நோக்கும்போது பொருள் பெரியதாகத் தோற்றமளிக்க வேண்டும். மேலும் கோள்களிலிருந்து வரும் வலிவற்ற ஒளியின் செறிவை மிகுவிப்பதாகவும் தொலைநோக்கி அமைய வேண்டும். இரண்டாம் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்குப் பெரிய அளவிலான பொருளருகு வில்லையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வில்லை கோள்கள், நட்சத்திரங்களிலிருந்து பெருமளவு ஒளியைத் தொகுக்கும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

யர்கேஸ் வானமண்டல ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு தொலைநோக்கியின் பொருளருகு வில்லை 1 மீ. விட்டமும், 19 மீ. குவியத் தொலைவும் உடையது. இத்தகைய பெரிய வில்லை கண்கள் தொகுக்கும் ஒளியைவிடப் பேரளவில் ஒளியைத் தொகுக்கிறது. இத் தகைய தொலைநோக்கியின் படம் 1இல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

தொலைநோக்கியிலுள்ள பொருளருகு வில்லை தொலை பொருளின் உருத்தோற்றத்தைத் (I_1) தோற்று விக்கிறது. தொலை பொருளிலிருந்து வரும் ஒளி வில்லையின் அச்சிற்கு ஏறக்குறைய இணையாக இருப்பதால் இவ்வுருத்தோற்றம் பொருளருகு வில்லையின் குவியப் புள்ளி F_1 க்கு மிக அருகில் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. பொருளருகு வில்லையால் தோற்றுவிக்கப்படும் உருத் தோற்றத்தை உருப்பெருக்கம் செய்யும் வகையில் கண்ணருகுவில்லை அமைக்கப்பட்டுள்ளது. கண்ணருகு

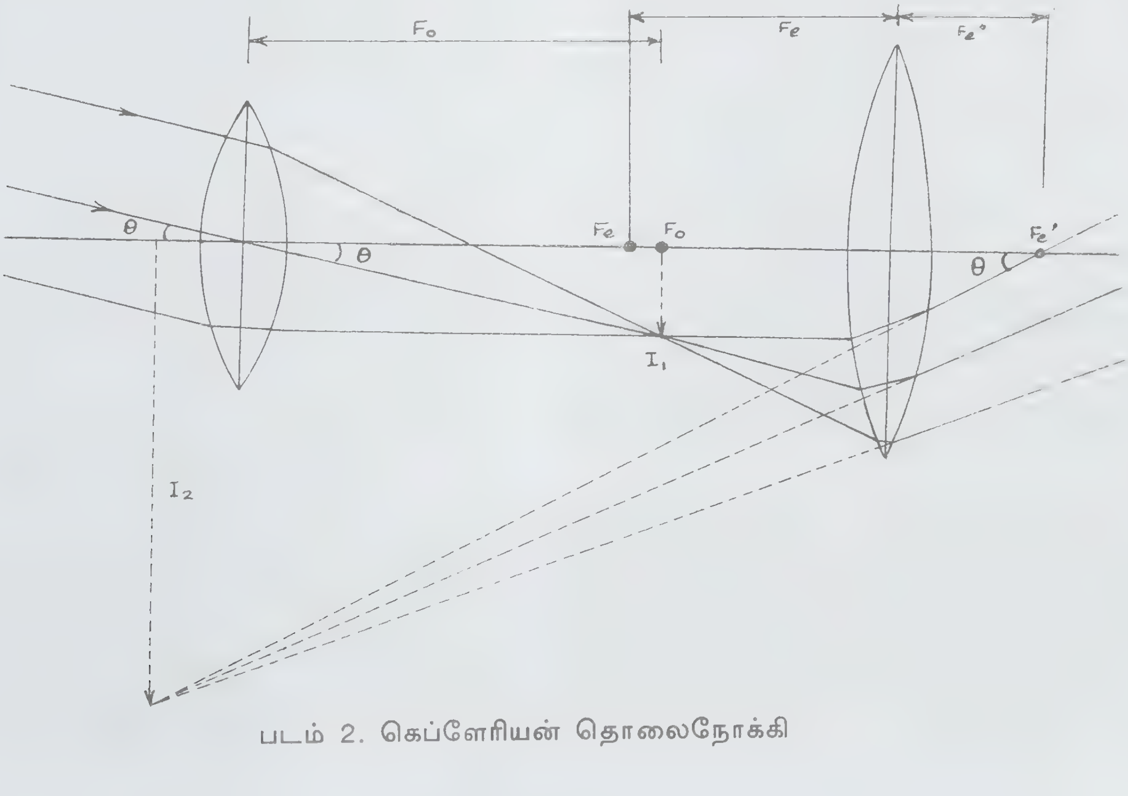


படம் 1

அமைப்பினால் தோற்றுவிக்கப்படும் உருத்தோற்றம் மாய உருத்தோற்றமாகும். கண்ணருகு அமைப்பின் வில்லை யிலிருந்து ஈறிலாத் தொலைவில் மாய உருத்தோற்றம் பெறப்படும்.

வானியல் தொலை நோக்கியில் பல வகைகள் உள்ளன. பொதுவான ஒளி விலக்கு தொலைநோக்கி அல்லது கெப்ளேரியன் தொலைநோக்கியின் நீண்ட குழலின் இரு முனைகளிலும் குவிவில்லை படம் 2 இல் காட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

பொருளுக்கு அருகே காணப்படும் வில்லை, பொருளருகு வில்லை எனப்படும். இவ்வில்லை அதன் குவியப்புள்ளி F_o இல் பொருளின் மெய் உருத்தோற்றம் I_1 ஐ உருவாக்குகிறது. ஆயினும் இவ்வுருத்தேற்றம் பொருளைவிடச் சிறிய அளவிலேயே காணப்படுகிறது. இவ்வுருத்தோற்றம் I_1 என்பது இரண்டாம் வில்லையான கண்ணருகு வில்லைக்கு மிகவும் அருகில் தோன்றுமாறு செய்யப்படுகிறது. கண்ணருகு வில்லை உருப்பெருக்க வில்லையாகச் செயல்படுவதால் பொருளுக்கு வில்லையால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட உருத்தோற்றம் கண்ணருகு வில்லை



படம் 2. கெப்ளேரியன் தொலைநோக்கி

உருப்பெருக்கம் செய்ய, மாய உருத்தோற்றம் I_2 கிடைக்கிறது. கண்ணருகு அமைப்பு சரி செய்யப்படுவதால் உருத்தோற்றம் I_2 என்பது ஈறிலாத் தொலைவில் கிடைக்கிறது. இந்நிலையில் மெய் உருத்தோற்றம் I_1 கண்ணருகு வில்லையின் குவியப்புள்ளி F_e இல் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. பொருள் ஈறிலாத் தொலைவில் இருக்கும்போது பொருளருகு மற்றும் கண்ணருகு வில்லைகளுக்கிடையேயான தொலைவு $f_o + f_e$ ஆகும்.

வெறும் கண்ணால் கோள்களை நோக்கும்போது எதிர்ப்புறத்தில் உண்டாக்கப்படும் கோணம் என்பது கண்ணருகு அமைப்பினால் எதிர்ப்புறத்தில் உண்டாக்கப்படும் கோணத்திற்குச் சமமாகும் என்னும் கருத்தைக் கொண்டு தொலைநோக்கியின் மொத்த உருப்பெருக்கத்தைக் காணலாம். கோணம் மிகச் சிறியதாக இருப்பின் இது அதன் தொடுகோட்டினால் மாற்றீடு செய்யப்படுகிறது. எனவே

$$\phi = \frac{h}{F_0} \qquad (2)$$

என்பது உருத்தோற்றம் I_1 இன் உயரம். இதில் உருத்தோற்றம் குவியப்புள்ளிக்கு அருகில் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. மேலும் உருப்பெருக்கம் செய்யும் கண்ணருகு அமைப்பின் குவியப்புள்ளி Fe அருகில் உள்ளமையால்

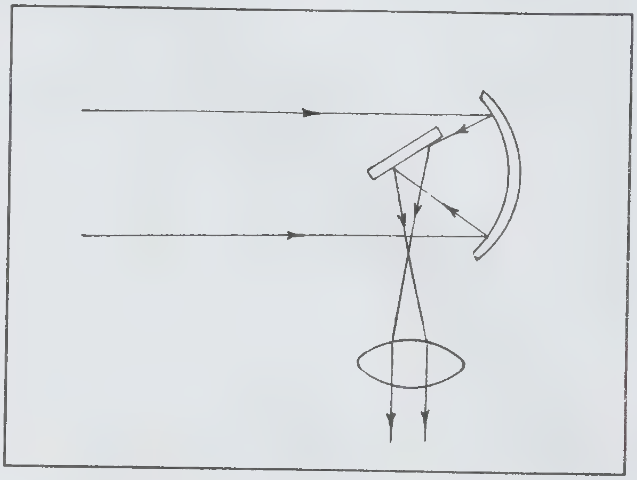
$$\phi^1 = \frac{h}{F_0} \qquad (2)$$

(2) ஆம் சமன்பாட்டை முதல் சமன்பாட்டால் வகுத்தால் தொலைநோக்கியின் உருப்பெருக்கத் திறன்

$$M = \frac{\phi^1}{\phi} = -\frac{f_0}{f_e} \qquad (3)$$

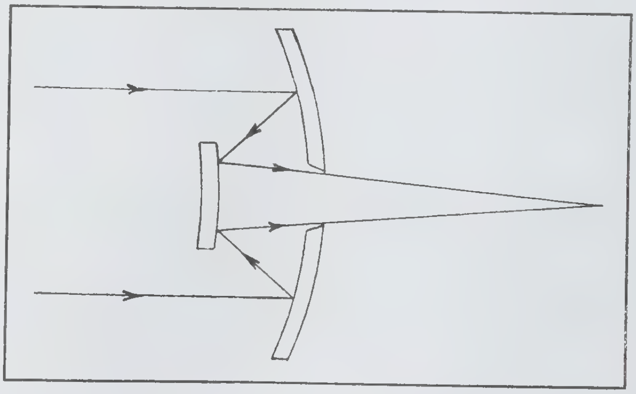
எதிர்க்குறி, கிடைக்கும் உருத்தோற்றம் தலைகீழாகும் என்பதைக் குறிக்கும். பெரும உருப்பெருக்கத் திறனை அடைய, பொருளருகு வில்லையின் குவியத் தொலைவு மிகுதியாகவும், கண்ணருகு வில்லையின் குவியத்தொலைவு குறைவாகவும் இருக்க வேண்டும்.

வானியல் தொலைநோக்கிகள் தொலை நட்சத்திரங்களின் தெளிவான உருத்தோற்றத்தைக் கொடுக்க, அதன் பொருளருகு வில்லை பெருமளவு ஒளியைத் தொகுக்கும் வகையில் பெரியதாக அமைந்திருக்க வேண்டும். இத்தகைய சீரான பெரிய பொருளருகு வில்லைகளை உருவாக்குவது கடினம். எனவே பல பெரிய வானியல் தொலை நோக்கிகளில் பொருளருகு வில்லைக்குப் பதில் குழி ஆடி பயன்படுகிறது. அது எதிரொளிப்புத் தொலைநோக்கி எனப்படும் (படம் 3). படத்தில் சமதள ஆடியின் உருவம் அது உள்ளதைவிடப் பெரியதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது.



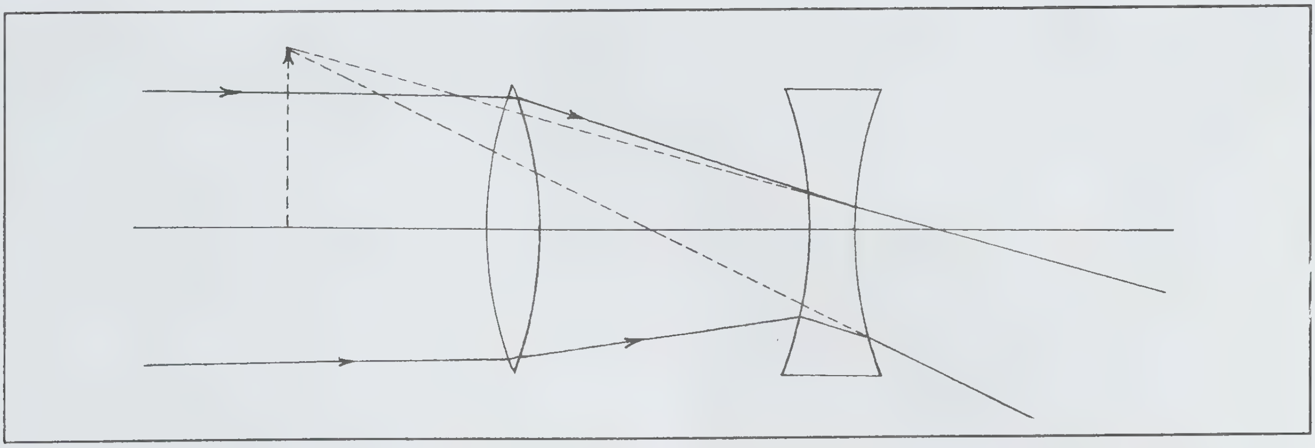
படம் 3. நியூட்டனின் எதிரொளிப்புத் தொலைநோக்கி

இத்தகைய தொலைநோக்கிகளில் கண்ணருகு அமைப்பு, வில்லைகளையோ, கண்ணாடியையோ பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். படம் - 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பு நியூட்டனின் குவியம் என்றும், படம் - 5இல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பு கேசக்கிரனின் குவியம் எனவும் கூறப்படும். இவற்றைத் தவிர மேலும் பிற அமைப்புகளும் காணப்படுகின்றன.

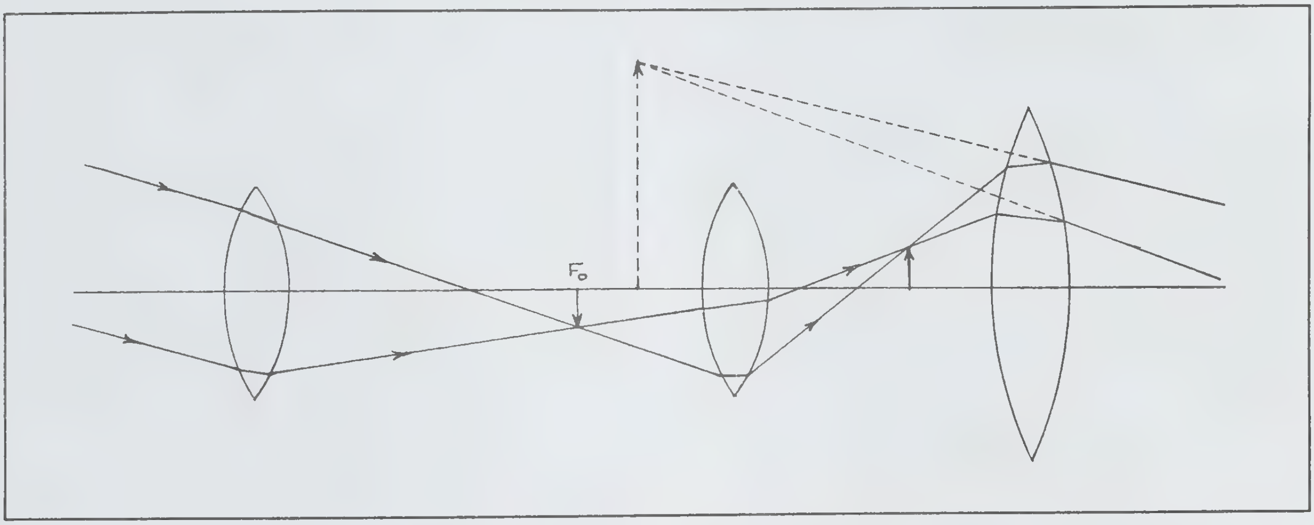


படம் 4. கேசக்கிரேனின் குவிய அமைப்புத் தொலைநோக்கி

எதிரொளிக்கும் தொலைநோக்கி நிறப்பிறழ்ச்சியால் தாக்கப்படுவதில்லை. மேலும் ஆடியின் கோணப் பிறழ்ச்சிகள் பரகோள ஆடியைப் பயன்படுத்துவதால் நீக்கப்படுகின்றன. பெரிய வில்லைகளை உருவாக்கு வதைவிட, பெரிய நல்ல ஆடிகளை உருவாக்குவது எளிதாகையால் எதிரொளிக்கும் தொலை நோக்கிகளே பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.



படம் 5. கலிலியோ தொலைநோக்கி



படம் 7. புலவில்லைத் தொலைநோக்கி

புவித்தொலைநோக்கி வானியல் தொலை நோக்கியைப் போலன்றி, நேரான உருத்தோற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. கலிலியோ வகைத் தொலைநோக்கி, படம் - 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கலிலியோ இத்தகைய தொலை நோக்கியைப் பயன்படுத்தியே அரிய வானியல் கண்டு பிடிப்புகளை எடுத்துரைத்தார்.

இதில் கண்ணருகு வில்லையாக விரிக்கும் வில்லை பயன்படுத்தப்பட்டது. இவ்வில்லை பொருளருகு வில்லைக் கும், அதன் குவியப் புள்ளிக்குமிடையே அமைக்கப்ப ட்டுள்ளது. நேரான, மாய உருத்தோற்றத்தை இது உருவாக்குகிறது. கலிலியோ தொலைநோக்கியின் நீளம் சிறியது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஆனாலும் இத்தொலை நோக்கியின் பார்வைப் புலம் குறைவு.

சிறு தொலைநோக்கி அல்லது புலவில்லை அமைப்புத் தொலை நோக்கியில் பொருளருகு வில்லை, கண்ணருகு வில்லை ஆகியவற்றைத் தவிர, புலவில்லை என்பதும் பயன்படுகிறது. இவ்வில்லை படம் இல் காட்டியவாறு நேரான உருத்தோற்றத்தை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. இத்தொலைநோக்கியின் நீளம் மிகுதியாக இருக்கும்.

இப்போது பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுவது முப்பட்டக இருகண் நோக்கி (prism binocular). இதில் பொருளருகு, கண்ணருகு வில்லைகள் குவிவில்லைகளாகும். அக முழு எதிரொளிப்புத் தன்மையால் முப்பட்டகம் ஒளிக்கதிரை எதிரொளிக்கிறது. முப்பட்டகத்தால் இரு கண்நோக்கியின் அளவு சிறியதாகக் குறைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் முப்பட்டகம் நேரான உருத்தோற்றம் கிடைக்க வகை செய்கிறது.

– ஜா. சுதாகர்

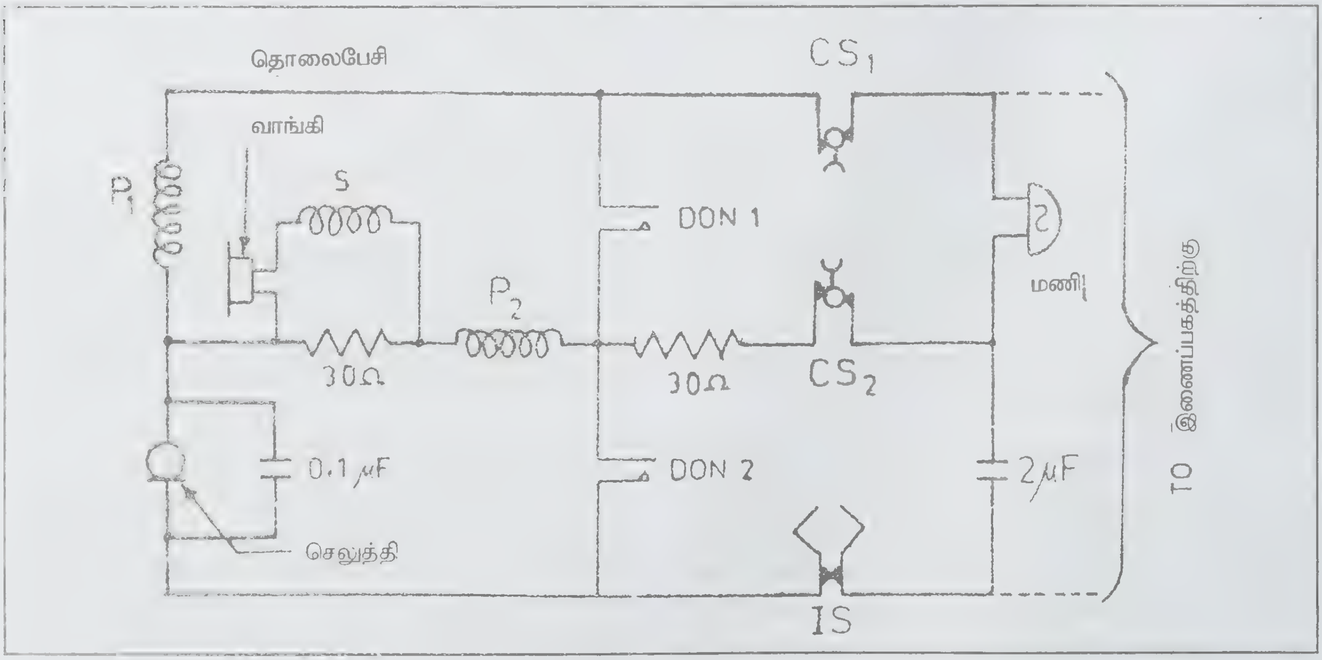
துணைநூல். F. Bueche, *Principles of Physics*, Mc Graw-Hill International Book Company, Singapore, 1984.

தொலைபேசி

பேச்சின் ஒலி அலைகள் 60-10,000 அலைவெண்கள் கொண்ட அலை வரிசையில் அடங்கும். பேச்சின் ஒலி அலைகளிலிருந்து உருவாக்கப்படும் மின்னலைகள் அனைத்தையும் ஓர் இடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்கு அனுப்பினால் அந்த மின்னலைகள் மூலம் உருவாக்கப்படும் பேச்சொலி மூல ஒலியைப் போலவே இயல்பாக இருக்கும். ஆனால் அகன்ற அலை வரிசையை அனுப்ப விலை உயர்ந்த கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன. பேச்சின் இயற்கைத் தன்மையைவிட, பேச்சின் தெளிவே மிக இன்றியமையாதது. 300-3400 அலைவெண்கள் கொண்ட அலைவரிசையே தொலைபேசிக்குப் போதுமானது.

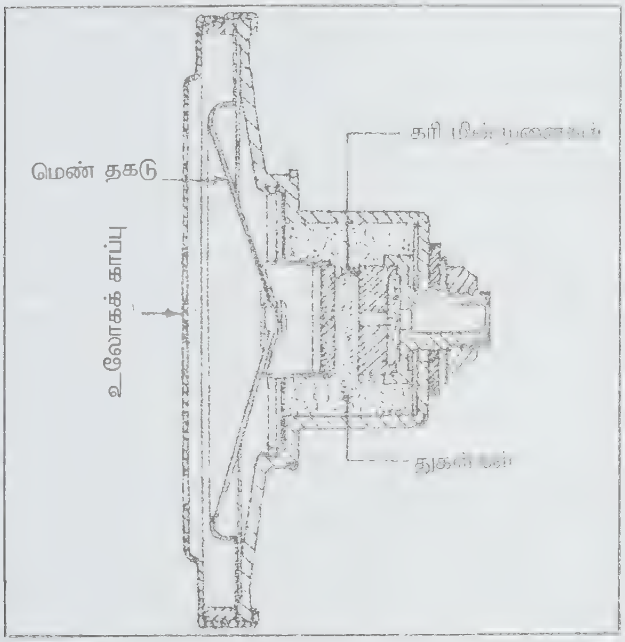
தொலைபேசி, பேசும் ஒலியை மின்னலையாக மாற்றிச் செலுத்தும் கருவியையும் (telephone transmitter) பெறப்படுகின்ற மின்னலைகளை ஒலி அலைகளாக மாற்றித் தரும் கருவியையும் (telephone receiver), உள்ளடக்கிய கையெடு பகுதி (hand set), எண் சுழற்றுங்கருவி (dial) மணியொலிக் கருவி (bell), தொட்டில் இணைப்பி (cradle switch), மின்தூண்டு இழைச் சுருள் (induction coil) ஆகியவற்றையும் கொண்டதாகும். தொலைபேசியின் கையெடு பகுதி தொலைபேசிப் பெட்டியின் மேல் வைக்கப்பட்டிருக்கும் நிலையில், பெட்டியின் மேல் இருபுறங்களிலும் உள்ள அழுத்துங் குமிழ்கள் (plungers) அழுத்தப்பட்டிருக்கும். அந்த அழுத்தம் விற்சுருள் (spring) ஒன்றின் விசையினை எதிர்த்துத் தொட்டில் இணைப்பியில் ஒன்றோடொன்று பொருந்திய இரண்டு இணைப்புகளைப் (pair of contacts) பிரிக்கும் (படம் 1). கையெடு பகுதி பெட்டியினின்று எடுக்கப்பட்டதும் அழுத்தம் நீங்குவதால் விற்சுருள் தன் விசையினைப் பெற்று அழுத்துங் குமிழ்களை மேலே தள்ள, முன்னர்ப் பிரிக்கப்பட்ட இணைப்புகள் ஒன்றோடொன்று பொருந்துகின்றன.

எண்களைச் சுழற்ற எண் சுழற்றுங்கருவியின் விரல் தட்டை (finger plate) வலஞ்சுழியாகச் சுழற்ற வேண்டும். விரலை எடுத்ததும் விடுபட்ட விரல் தட்டு விற்சுருளின் விசையினால் தன்னிலைக்குத் திரும்பிவிடும். விரல் தட்டு, தன் பின் சுழற்சியின்போது மின்துடிப்பு இணைப்பு (impulsing springs) எனப்படும் ஒன்றோடொன்று பொருந்திய இரட்டைத் துண்டுத் தகடுகளைப் பிரிப்பதும் பின் இணைப்பதுமாகப் பணியாற்றிப் பின்னோக்கி வருகிறது. இவ்வாறு பிரித்துப் பின் இணைக்கும் செயல் சுழற்றிய எண்ணின் அதே எண்ணிக்கை அளவு நடைபெறுகிறது. மேலும், விரல் தட்டு, தன்னிலையில் இருக்கும்போது ஒன்றோடொன்று பொருந்தாமல் பிரிந்திருக்கும் இரண்டு இணைப்புகள் (dial off-normal contacts) விரல் தட்டு, தன்னிலையிலிருந்து சிறிது நகர்த்தப்பட்டதுமே பொருந்துகின்றன. விரல் தட்டு, தன்னிலைக்குத் திரும்பி வரும் வரை தன்னிலை பிறழ் இணைப்புகள் அப்படியே பொருந்தியுள்ளன.



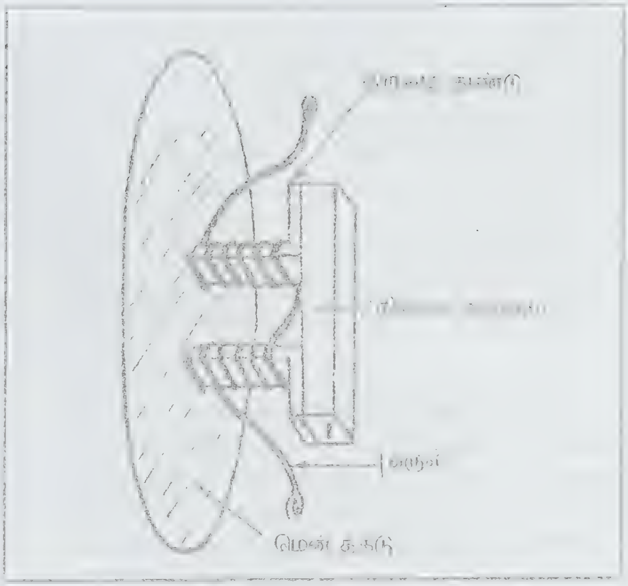
படம் 1. தொலைபேசிச் சுற்று

ஒலி அலைகளை மின்னலைகளாக மாற்றும் கருவியில் இரு மின்தகடுகள் உண்டு. இரு மின்தகடுகளுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளியில் கார்பன் துகள் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். பின்புற மின்தகடு நிலையாகவும் முன்புறம் மின்தகடு அசையக்கூடிய தகடு (diaphragm) ஒன்றுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒலி அலைகள் தகட்டின் மீது மோதுவதால் தகடு அதிர்வடைகிறது. அந்த அதிவிற்கேற்றவாறு முன்புற மின்தகட்டுக்கும் கார்பன் துகள்களுக்கும் இடையே அழுத்தமும் தொடர்பும் வேறுபடுகின்றன. எனவே இரு மின்தகடுகளுக்கும் இடையே மின்தடையும் ஒலி அலைகளுக்கேற்றவாறு வேறுபடும். இவ்வாறு மாறும் மின்தடை நேர்மின்கலம் ஒன்றுடன் பயன்படுத்தப்படும்போது ஒலி அலைகளுக்கேற்ற மாறு மின்னோட்டம் உருவாகும். பேசும்போது இக்கருவியை வெவ்வேறு கோணங்களில் அசைப்பதால், எந்த நிலையிலும் இரு மின்தகடுகளின் மீதும் கார்பன் துகள்களின் அழுத்தம் ஒரே விதமாக இருக்குமாறு இக்கருவி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 2. தொலைபேசிச் செலுத்தி

மின்னலைகளை ஏற்று ஒலி அலைகளாக மாற்றித் தரும் கருவியின் அசையும் உலோகத் தகடு ஒன்று மின்காந்தம் ஒன்றின் அருகில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மின்னலைகளாக மாற்றம் பெற்று வரும் ஒலி அலைகள் மின் சுற்றுகளில் செல்லும்போது அசையும் தகட்டின்மீது மின்காந்த ஈர்ப்பு மின்னலைகளுக்கேற்ப மாற்றம் அடைவதால் தகடு அதிர்வடைந்து ஒலி அலைகள் தோன்றுகின்றன. மின்காந்தத்திற்கும் அசையும் தகட்டிற்கும் இடைவெளி குறையக் குறைய இக்கருவியின் திறன் (efficiency) அதிகரிப்பதால், இவை இரண்டும் மிக நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. இக்கருவியின் திறனை அதிகரிப்பதற்



படம் 3. தொலைபேசி வாங்கி

காகவும் மின்னலைகளின் அலைவெண்களும், உருவாகும் ஒலி அலைகளின் அலைவெண்களும் வேறுபடாமல் இருப்பதற்காகவும் நிலைக்காந்தம் பயன்படுகிறது.

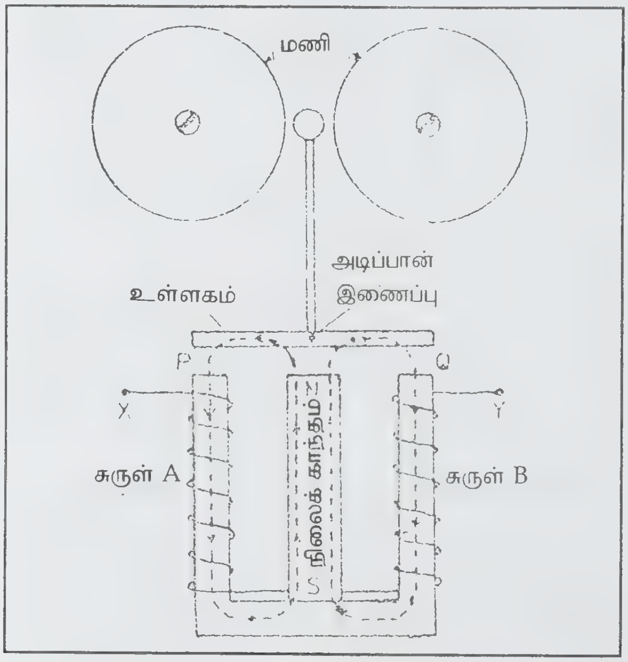
மணி ஒலிக் கருவியில் மின்காந்தமும் மின்காந்த ஈர்ப்புக்கு ஏற்ப இருபுறம் அசையக்கூடிய மின்னகமும் (armature) உள்ளன. மின்சுற்றுகளின் வழியே மாறு மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டால் மின்னகம் இருபுறமும் அசைந்து மணி ஒலிக் கலன்களைத் (bell gongs) தாக்கி ஒலி எழுப்பும். இக்கருவியின் திறனை அதிகரிப்பதற்கு நிலைக்காந்தம் பயன்படுகிறது.

தொலைபேசியில் பேசும்போது குரலை மின்னலை ஒலியலை மாற்றுக் கருவியின் மூலம் கேட்கலாம். இத் தன்னொலி (side tone) மிகவும் அதிகமாக இருந்தால் கேட்பதற்கு இனிமையாக இராது. தொலைபேசியின் மின்னமைப்பு தன்னொலியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

மின்தூண்டு இழைச் சுருளில் P1, P2, S என்னும் மூன்று இழைச் சுற்றுகளும் இரு மின்தடைச் சுற்றுகளும் உள்ளன. பேசும்போது தொலைபேசிக் கருவியின் ஒலியலை - மின்னலை மாற்றுக் கருவி உருவாக்கும் மின்னோட்டம் P1, P2 சுற்றுகளில் எதிரெதிர்த் திசையில் செல்லும். கையெடு பகுதியைத் தொலைபேசிப் பெட்டியினின்று எடுத்ததும் தொட்டில் இணைப்பியின் மின்தொடர்புத் துண்டுகள் இணைவதால் தொலைபேசிக் கருவிக்கும் தானியங்கித் தொலைபேசி நிலையத்தில் இருக்கும் 50 V மின்கலத்திற்கும் மின் தொடர்பு ஏற்படுகிறது. இந்த மின்கலத்தின் மூலமே ஒலியலை - மின்னலை மாற்றுக் கருவி மின்னோட்டத்தை உருவாக்குகிறது. இதனால் P1, P2 இழைச் சுற்றுகளின்

மின்காந்த விசைகள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்துச் செயல்படுகின்றன. விளைவாக S இழைச் சுற்றில் உருவாகும் தூண்டு மின்னழுத்தம் பெரிதும் குறைக்கப்பட்டுத் தன்னொலி கட்டுப்படுத்தப்படும். தொலைபேசியில் பிறர் பேசும்போது அவரது தொலைபேசிக் கருவியிலிருந்து வரும் மின்னலைகள், கேட்பவரின் தொலைபேசிக் கருவியின் P_1, P_2 சுற்றுகளில் ஒரே திசையில் செல்கின்றன. எனவே இரு மின்காந்த விசைகளும் ஒன்றோடொன்று வினை புரிவதால் S சுற்றில் மின்தூண்டு அழுத்தம் பெருமளவில் உருவாகிறது. இதனால் மற்றவர் குரல் ஒலியை குறைவின்றிக் கேட்கலாம்.

கையெடு பகுதி தொலைபேசிப் பெட்டியின் மீது இருக்கும் நிலையில் தொலைபேசியில் அழைப்பதை மணி ஒலி மூலம் அறியலாம். தொட்டில் இணைப்பியின் இணைப்புகள் (C_{s1}, C_{s2}) துண்டிக்கப்பட்டிருப்பினும் தொலைபேசி நிலையத்திலிருந்து அனுப்பப்படும் மணி ஒலி, மாறு மின்னோட்டம் மணி ஒலிக் கருவியின் மின் சுற்றுகளில் செல்லும் வகையில் மின்னமைப்பு அமைந்திருக்கும். ஆனால் தொட்டில் இணைப்பியின் இணைப்புகள் துண்டிக்கப்பட்டுள்ளமையால் இந்த மாறு மின்னோட்டம், தொலைபேசிக் கருவியின் பிற பகுதிகளில் செல்வதில்லை. கையெடு பகுதி எடுக்கப்பட்டதும், தொட்டில் இணைப்பியின் இணைப்புகள் இணைவதால் தொலைபேசிக்



படம் 4. காந்த மணி

கருவிக்குத் தேவையான 50V மின்கலம் தொலைபேசி நிலையத்திலிருந்து தொலைபேசிக் கருவியின் ஒலி அலை மின்னலை மாற்றுக் கருவியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஆனால் இந்த மின்கலம் மணி ஒலிக்கருவியில் நேர் மின்னோட்டம் செலுத்த இயலாதபடி 2 μf மின்தேக்கியும், மணி ஒலிக் கருவியின் மிக அதிகமான நேர்மின் தடையும் தடுத்துவிடுகின்றன.

கையெடு பகுதி எடுக்கப்பட்டதும் தொலைபேசி நிலையத்திலிருந்து இணைக்கப்பட்ட 50 V நேர்மின்கலம், தொலைபேசியில் பேசும் முன்னர் நேர் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகிறது. எண் சுழற்றுங் கருவியின் விரல் தட்டைச் சுற்றும்போது விரல் தட்டு தன்னிலையிலிருந்து சிறிது விலகியதுமே தன்னிலை பிறழ் இணைப்புகள் (DON1, DON2) இணைகின்றன. இதன் காரணமாகத் தொலை பேசியில் ஏற்படும் குறுக்கீடு (short circuit) மேற்கூறிய நேர்மின்னோட்டத்தின் அளவை உயர்த்துகிறது. இந்த நேர் மின்னோட்டம், விரல் தட்டின் பின் சுழற்சியில் மின்துடிப்பு இணைப்புப் (Is) பிரிந்து இணைவது மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறுவதால் தடைப்பட்டுப் புதுப்பித்தலும் மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறும். புதுப்பிக்கப்படும் ஒவ்வொரு முறையும் மின்துடிப்பு (impulse) ஏற்படுகிறது. எனவே ஓர் எண்ணைச் சுழற்றினால் அதே எண்ணிக்கையில் மின் துடிப்புகள் கொண்ட ஒரு மின்துடிப்புத் தொடர் (impulse train) தொலைபேசி நிலையத்திற்கு அனுப்பப்படும். இதனால் தன்னிலைப் பிறழ் இணைப்புகளின் இன்றியமையாப் பயன் எண் சுழற்று மின்துடிப்பு மட்டத்தை உயர்த்துவதாகும்.

தன்னிலைப் பிறழ் இணைப்புகளால் மேலும் சில பயன்களும் உண்டு. தொலைபேசிக் கருவியை அவை குறுக்கிடுவதால் மின் துடிப்புகள் மின்னலை ஒலியலை மாற்றுங் கருவியில் புகுந்து ஒலித்துணுக்குகளை (clicks) எழுப்புவதில்லை. தன்னிலைப்பிறழ் இணைப்புகளின் விளைவாக மணி ஒலிக் கருவியின் குறுக்கே மின்தடை ஏற்படுவதால் மின் துடிப்புகள் மணி ஒலிக் கருவியில் புகுந்து மணியொலித் துணுக்குகளை (bell tinkling) எழுப்பு வதில்லை. மின்துடிப்பு இணைப்பு அடிக்கடிப் பிரிந்து இணைவதால் தடைப்படும் நேர் மின்னோட்டத்தின் விளைவாக உயர் மின்னழுத்தம் தூண்டப்பட்டு மின்பொறிகள் (sparks) ஏற்படுகின்றன. ஆனால் தன்னிலை பிறழ் இணைப்பின் விளைவால், மின்துடிப்புத் தொடர்புகளின் குறுக்கே 30π மின்தடையையும் 2μf மின்தேக்கியையும் கொண்ட தொடர் மின்னமைப்பு ஏற்படுகிறது. இம்மின்னமைப்பு மின்பொறியின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தி மின் துடிப்பு இணைப்பின் தேய்வைக் குறைக்கிறது.

வானொலி மின்காந்த அலைப்பரப்பு நிலையங்களுக்கு மிக அண்மையில் உள்ள தொலைபேசிக் கருவிகள் வானொலி அலைகளால் பாதிக்கப்படுவதுண்டு. தொலை பேசிக் கருவியின் மின்னலை ஒலியலை மாற்றுக் கருவி முற்காலப் படிகத் திருத்திகளைப் (crystal rectifiers) போலச் செயல்பட்டு வானொலி மின்காந்த அலைகளை ஒலி

அலைகளாக மாற்றித் தரக்கூடும். பேசும்போது இடையே ஏற்படும் இத்தகு கடினத்தைத் தவிர்ப்பதற்காக 0.1 μf மின் தேக்கி ஒன்று மின்னலை ஒலியலை மாற்றுக் கருவியின் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் வானொலி மின்காந்த அலைகளின் பெரும் பகுதி அலை மாற்றுக் கருவியில் புகாமல் மின்தேக்கி வழியாகச் செல்லும்.

- அ. மதியழகன்

தொலைபேசிக் கட்டுமான அமைப்புகள்

தொலைபேசியின் புறக்கட்டுமான நிறுவனப் பகுதிகள் தொலைபேசிக் கட்டுமான அமைப்புகள் (telephone system construction) எனப்படுகின்றன. ஒரு தொலைபேசிக் கட்டுமான அமைப்பு என்பது ஒன்று அல்லது இரண்டு அலைப் பரப்புகின்ற கால்வழிகள் (channels) அல்லது சுற்றமைவுகள் (circuits) கொண்டது. இவை குறிப்பிட்ட குறிப்பலை வகைகளை ஒன்று அல்லது இரண்டு இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லும். தொலைபேசிப் பாதையின் உறுப்புகள் நிலையக் கருவிகள், நிலை மாற்ற அமைப்புகள் (switching systems), அலைப்பரப்பு அமைப்புகள் (transmission facilities) ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்கும். தொலைபேசி அமைப்பில் பேச்சு, தகவல், காட்சி, நிகழ்ச்சி நிரல் ஆகிய குறிப்பலைகள் எண் வடிவிலோ பட வடிவிலோ அனுப்பப்படுகின்றன. இந்தக் குறிப்பலைகளின் சிறப்பியல்பு களைப் பொறுத்துத் தொலைபேசிக் கட்டுமான அமைப்பின் உட்கூறுகளும் கருவிகளும் அவற்றின் வடிவமைப்பும் மாறுபடும்.

தொலைபேசி அமைப்பின் படிமலர்ச்சி. முதன் முதலில் மனிதப் பேச்சைப் பரப்பிக் கேட்கவே தொலைபேசி அமைப்புகள் பயன்பட்டன. 1876இல் பேச்சலை, ஒலி வாங்கி மூலம் தக்க மின்னலையாக மாற்றப்பட்டுச் செலுத்தப்பட்டது. பெறுமுனையில் ஒலிபெருக்கி மூலம் மின் அலை பேச்சலையாக மாற்றிக் கேட்கப்பட்டது. பிறகு தேவைகள் பெருகப் பெருக, செய்தியலைகளையும் தொலைபேசி மூலம் அனுப்புவதற்கேற்ற வடிவமைப்புகள் உருவாகின. மனிதப் பேச்சுத் தொடர்பிற்கு அலைவெண் மீளாக்கம் மிகத் துல்லியமாக அமைய வேண்டியதில்லை. மனிதனின் செவியும் மூளையும் இணைந்து விடுபடும் அலைவெண் பகுதிகளை மீட்டமைத்து உணர வல்லன. காண்க: தொலைபேசி.

செய்திப் போக்குவரத்து. தொலைபேசிச் செய்திப் போக்குவரத்து (traffic) பட வடிவம் அல்லது ஒப்புமை வடிவம் (analog), இலக்க அல்லது எண் வடிவம் (digital), இரண்டுங்கலந்த கலப்பின வடிவம் (hybrid) என மூன்று வடிவங்களில் அமைகிறது. ஒப்புமை வடிவம் என்பது மூலக் குறிப்பலையின் வடிவ வேறுபாடுகளை முழுமையாகத் தன்னுள் வரித்துக் கொண்ட வடிவமாகும். எண் வடிவம் என்பது மூலக் குறிப்பலையின் அளவைப் பல்வேறு நுண்ணிய நேர இடைவெளிகளில் எண்ணாகப் பதிவுபெற்ற அமைப்பாகும். கலப்பின வடிவம் என்பது ஒப்புமை வடிவமும் எண் வடிவமும் மாறி மாறிப் பின்னிப் பிணைந்த கலப்பு வடிவமாகும். செய்திப் போக்குவரத்து இவற்றில் ஒரே வடிவத்திலோ பல்வேறு வடிவங்களுக்குத் தக்க கருவிகள் மூலம் மாற்றப்பட்டு ஒவ்வோர் இடைவெளிக்கு ஒரு வடிவிலோ நிகழலாம்.

ஒப்புமை வடிவக் குறிப்பலைகள். பேச்சு, நிகழ்ச்சி நிரல் (programme) குறிப்பலைகள் ஒப்புமை வடிவ அலைகளுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவ்விரு குறிப்பலைகளும் அலைப்பரப்பும்போது பல்வேறு சீர்கேடுகளை அடைகின்றன. அலைப்பரப்புப் பாதையின் தடை, குறிப்பலையைத் திறனிழக்கச் செய்து, அலைமட்டத்தை மட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்வகைச் சீர்கேடு, அலைப்பரப்பு நீளத்துக்கு நேர் விகிதத்தில் அமைகிறது. இரைச்சலும் தேவையற்ற புற மின் அலைகளும் குறிப்பலைகளைச் குலையச் செய்து (distort) உருமாற்று கின்றன. அலைக் குறுக்கீட்டையும் (interference) ஏற்படுத்து கின்றன. இவ்வகை இரைச்சலும் புற மின் அலைகளும் எந்திரங்களாலோ மின் கருவிகளாலோ விளைகின்றன. மின்திறன் செலுத்தத் தொடர்களும் (power transmission lines) இத்தகைய குறுக்கீட்டைத் தொலைபேசி அமைப்புகளில் உருவாக்குகின்றன.

ஒப்புமை அமைப்பிலிருந்து இக்கேடுகளை முற்றிலும் நீக்க இயலாவிட்டாலும் சிறந்த வடிவமைப்பு, கட்டுமான முறைகள் ஆகியவற்றின் மூலம் இவற்றின் விளைவுகளைக் குறைக்கலாம். வீச்சில் ஏற்படும் மட்டுப்பாட்டைக் குறிப்பலை மிகைப்பிகளைத் தொலைபேசிப் பாதையில் அமைத்துக் குறிப்பலை வீச்சினை மூல வீச்சின் அளவுக்குக் கொண்டு வரலாம். ஆனால் இவை இரைச்சல், உருக்குலைவு இரண்டையும் அளவு மிகச் செய்கின்றன. பரப்புப் பாதையின் நீளம் கூடக் கூட இரைச்சல், உருக்குலைவு இரண்டின் கூடுதல் விளைவு தொடர்ந்து பெருகிப் பாதை நீளத்திற்கு ஒரு வரம்பெல்லையை உருவாக்கிவிடும்.

இலக்க வடிவக் குறிப்பலைகள். தகவல் குறிப்பலைகள் இலக்க வடிவக் குறிப்பலைகளுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இவை கணிப்பொறியாலோ வேறுவித முகப்புக் கருவியாலோ (terminal equipment) இரும எண் வடிவில் (binary form) உருவாக்கப்படுகின்றன. இதில் செய்திகள் வரிசையின் இரும இலக்க எண்களால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இலக்க வடிவக் குறிப்பலைகளும் இழப்பு, இரைச்சல், உருக்குலைவு ஆகிய சீர்கேடுகளை அடைகின்றன. இருப்பினும், செய்தி இரும எண் வடிவத்தில்

உள்ளமையால் முழுமையாக மீளாக்க (regeneration) முறை மூலம் மூல எண் வடிவுக்குக் கொண்டு வரலாம். எனவே, பேரளவுச் செய்திகளை நெடுந்தொலைவுக்குக் கொண்டு செல்ல ஏற்றவையாகும். எனவே இக்காலத் தொலைபேசி அமைப்புகள் பல கால்வழி ஒப்புமைக் குறிப்பலைகளைப் பன்முகப்பாடு (multiplexing) மூலம் இலக்க வடிவக் குறிப்பலைகளாக மாற்றி நெடுந்தொலைவுகளுக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. இவை இலக்க ஊர்தி அமைப்புகள் (digital carrier systems) எனப்படுகின்றன. இம்முறை மிகவும் சிக்கனமானது.

கலப்பின வடிவக் குறிப்பலைகள். காட்சியலைகள் கலப்பின வடிவ அலைகளுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இதற்கு வண்ணத் தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. நிறமாற்றம், நிறச்செறிவு, ஒளிர்ச்சி ஆகிய காட்சிச் செய்திகள் மிகுசிக்கல் வாய்ந்த ஒப்புமையலைகளாக முதலில் மாற்றப்படுகின்றன. பெறுமுனையில் ஒப்புமைக் குறிப்பலையிலிருந்து மூலக் காட்சியைத் தருவிக்க இவ்வலையுடன் முறை வகுப்பு (decoding) அலைகளும், சட்ட ஒத்தியக்க (frame synchronising) அலைகளும் பரப்பப்படுகின்றன. ஒப்புமை அலைகளுக்கு ஏற்படும் ஊறுகளும் சீர்கேடுகளும் கலப்பின அலைகளுக்கும் நேர்கின்றன. இதற்காக அலைப் பரப்புக் கட்டுமான அமைப்புகளைத் தக்கபடி வடிவமைக்க வேண்டும்.

அலைச் செலுத்தக் கட்டுமானங்கள். தொலை பேசிக் கட்டுமான அமைப்புகள் பல்வேறு அலைச் செலுத்த அமைப்புகளால் நிறுவப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் அலைச் செலுத்த அமைப்பும் குறிப்பிட்ட வகைத் தாங்குமானங் களையும் (supporting structures) அலை பாயும் இடையகத்தையும் கொண்டுள்ளது. ஒரு நல்ல தொலைபேசி அலைச் செலுத்த அமைப்பு வளர்ந்து பெருகும் செய்திப் பரப்புத் தேவையைச் சிக்கனமாகக் குறைந்த செலவில் உயர் தொழில்நுட்பத்திறத்துடன் சந்திக்கவல்லதாக அமைய வேண்டும். மேலும் பாதுகாப்பும், தொண்டு நிறைவும் அளிப்பதாகவும் அமைய வேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் அலைப்பரப்ப வேண்டிய குறிப்பலைக்கு ஏற்ற இடையகத்தைப் பெற்று அமைய வேண்டும். இந்த இடையகத் தேவை அலைப்பட்டை அகலத்தையும், இழப்பு வரம்பினையும் பொறுத்து அமைகிறது. அலைப்பட்டை அகலம் கூடும்போது பரப்பும் இடையகத்தின் செலவும் கூடுகின்றன. கீழே வழக்கில் உள்ள சில தொலைபேசி அலைச் செலுத்துங் கட்டுமான அமைப்புகள் விளக்கப்படுகின்றன.

தாங்கு கட்டமைப்புகள். தாங்குமானங்கள் எனப்படும் தாங்கு கட்டமைப்புகளில் (supporting structures) கம்பக் கம்பித் தொடர்கள் (pole-wire lines), புதை குழாய்த் தொடர்கள், புதை வடத் தொடர்கள் என்பன பரவலாக நடைமுறையில் உள்ளன. கம்பித் தொடர் அமைப்புகளில் உள்ள கம்பங்கள் மின் கம்பி மற்றும் பிற தொலைபேசிப் பாதை அமைப்புகளைத் தாங்க ஏற்ற வலிமை கொண்டவை. மேலும் அவை காற்றின் விசையையும் பனிக்கட்டியின் பளுவையும் தாங்க வல்லனவாகவும் அமைய வேண்டும்.

உறுதியூட்டிய மரமோ, நாகம் பூசிய இரும்புக் குழாய்களோ கம்பமாகப் பயன்படும். இறுதிக் கம்பம் முந்திய கம்பித் தொடர் அளிக்கும் விசையைத் தாங்க ஏற்றபடி நிலை நிறுத்தக் கம்பிகளால் (guys) நங்கூரமிட்டு நடப்பட வேண்டும். இவற்றில் கம்பித் தொடர்கள் இரு கம்பங்களுக்கு இடையில் இறுக்கிய உயர் வலிமை உலோகப் புரி, கம்பங்களில் மாட்டி இறுக்கிக் கட்டப்படுகிறது. பிறகு தொலைபேசித் தொடர்கள் பின்னிக் கட்டப்படுகின்றன. இந்தக் கம்பித் தொடர்கள் தரையிடப்படுவதோடு நன்கு பிணைக்கப்பட்டு இணைக்கப்பட வேண்டும். இது மின் தொடர்ச்சியறாமலிருக்கவும், மின்னல் பாதுகாப்புக்கும் உதவுகிறது. சாலைகளிலும் இருப்புப் பாதைகளிலும் கம்பங்களில் தொங்கும் தொடருக்கும் தரைக்கும் இடையில் அமைந்த இடைவெளி சட்டத்திட்டங் களின்படி அமைய வேண்டும். கம்பிப் புரி இறுக்கமும் கம்பிப் பொருளும் மாறும்போதும் கம்ப இடைத்தொய்வு (sag) மாறும்போதும் மேற்காணும் இடைவெளிகள் குறையாதவாறு அவை அமைக்கப்பட வேண்டும்.

புதை குழாய்த் தொலைபேசி அமைப்புகளில் ஆள் வழிகள், மரம், ஓடு அல்லது நெகிழிக் (plastic) குழாய்களால் வேயப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புகள் பெரும்பாலும் நகரங்களிலேயே பயன்படுகின்றன. இவை செலவு மிக்கவையாக இருப்பினும் கையாள எளியவை. இந்தப் புதை குழாய்களில் மின் வடங்கள் முன்பே அவற்றில் அமைக்கப்பட்ட இழுதொடரில் பொருத்தப்பட்டு இழு கண் (hauser) மூலம் இழுத்துக் கட்டி வேயப்படுகின்றன. வட உருளைக்குழாயில் உயவிட்டு இழு பொறிகள் மூலம் (winches) இழுக்கப்படுகின்றன. வடத்தை அதிக இழுவிசை கொண்டு இழுத்துவிடாதபடி, குழாய்களில் தொலைபேசித் தொடர்களை அமைப்பதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்த வேண்டும். மின் வடத்தைத் தக்க திசையில் இடுவதும் இழுபொறியால் தக்க திசையில் இழுப்பதும் வடம் பெரும இழு விசைக்கு (maximum tension) உட்படாமலிருக்க உதவும். பிறகு வடங்கள் குழாய் ஓரங்களில் அடுக்கடுக்காக வரிசைப்படுத்திக் கட்டப்படுகின்றன. இக்குழாய்கள் வெப்ப நிலையிலும் உயர் அழுத்த நிலையிலும் அமைவது வடங்களுக்கு ஈரப்பதம் ஏறாமலிருக்க உதவுவதால் இத்தகைய புதை குழாய்கள் உயர் அழுத்தத்திலும் சூழ்நிலையைவிடச் சற்றுக் கூடுதல் வெப்ப நிலையில் வைத்திருக்கப்பட வேண்டும். இதற்காகக் காற்று அமுக்கிகளும் (air compressors), உள்த்தகங்களும் (drivers) பயன்படுகின்றன. தனிக் கவனத்தோடு அகமூட்டிய வடங்கள் 61 செ.மீ. ஆழத்தில் நிலத்தடியில் புதை கால்வாய்களில் நேரடியாகப் புதைக்கப் படுகின்றன. இவை கையாள எளியவையல்ல என்றாலும் செலவு குறைந்தவையாகும்.

இணை வடங்கள். உலோக இணை வடங்கள் (metallic paired cables) தொலைபேசிக் கட்டமைப்புகளில் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. இணை வடங்கள் செம்பு அல்லது அலுமினிய உலோகத்தால் ஆனவை. செம்பின்மீது மரத்தூள் அல்லது நெகிழி (plastic) மின்காப்புப் பூசப்பட்டிருக்கும். பிறகு இவை நிறக்குறியீடுடைய வடங்களாக முறுக்கப்படுகின்றன. இவை 6 - 4200 இணைகளாக அமைந்தவை. இவ்வடத்திற்கு ஈயம், அலுமினியம் அல்லது பாலி எத்திலீனால் ஆன கவச உறை கட்டுமான வலிமைக்காகவும் ஈரந்தவிர்ப்பதற்காகவும் இடப்படுகிறது.

இணை வடங்கள் நொடிக்கு 3 -2 மெகா பிட் வரையிலான தகவல்களைக் கொண்டு செல்ல ஏற்றவை. இவை பேச்சு, நிகழ்ச்சி நிரல், காட்சி மற்றும் பல தகவல்களைக் கொண்டு செல்லவும் ஏற்றவை. இணை வடங்கள் உயர் மட்டுப்பாடு உள்ளவை. எனவே இவை 4.8 கி.மீ. நீளம் வரை அமைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் மட்டுப்படுத்துந் திறனைக் கட்டுப்படுத்த, தொகு தூண்டங்கள் (lumped inductances) எனப்படும் கம்பிச் சுருள்கள் பேச்சுச் செய்தித் தொடர்பிற்கும் மீட்டனுப்பிகள் அல்லது மடை திருப்பிகள் (repeaters) இலக்க முறைச் செய்தி தொடர்பிற்கும் தொடரின் நடுவில் ஆங்காங்கே அமைக்கப்படுகின்றன. தொகு தூண்டங்களும் மடை திருப்பிகளும் தொடரின் மட்டுப்பாட்டைக் குறைக்கின்றன.

நேர், எதிர்ப்பக்க வடங்களை இருப்பு மாற்றம் செய்யாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். வட இணைகளுக்கு நிறக் குறியிட்டு, இருப்பு மாற்றத்தைத் தடுக்கலாம். வட இணைகளில் அடுக்கியிணைக்கும்போது முதலில் ஒவ்வோர் இணையின் தலைப்பிலுள்ள மின்காப்பை உரித்து நீக்கி பின் நன்கு தலைப்பைத் திருகிவிட வேண்டும். பிறகு இணைக்க வேண்டிய இணைகளின் தலைப்பு முனைகளை ஒன்றவைத்துப் பற்றுவைப்புச் செய்து இணைக்க வேண்டும். இக்காலத்தில் இதற்கு நெகிழியாலான அழுந்து பொருத்து இணைப்பிகள் (press fit connectors) பயன்படுகின்றன. இம்முறையில் முதலில் வட இணைகள் இந்த இணைப்பித் துறைகளில் பொருத்தப்படுகின்றன. பிறகு இணைப்பிகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று படியச் செய்து இணைக்கப்படுகின்றன. இந்த இணைப்பிகள் வட இணை அடுக்குச் செயல் முறையை எளிதாக்கிச் சிக்கனமாக்கி விட்டன. இதற்குப் பிறகு ஈரந்தவிர்க்க அடுக்குமுறை ஒன்று இடப்படுகிறது. காண்க: செய்தித் தொடர்பு வடங்கள்.

ஒளிம இழை அமைப்புகள். மற்ற அலைச் செலுத்தக் கட்டுமான அமைப்புகளைவிட ஒளிம இழை அமைப்புகள் மேம்பட்டுள்ளன. இவை இலக்க வடிவக் குறிப்பலைகளைச் செலுத்த மிகச் சிறந்தவை. இம்முறையின் இலக்கமுறைக் குறிப்பலையை ஏற்குந்திறன் வரம்பற்றதாகும். இத்திறம் தொடர்பு முறையின் முகப்பு மினனணுக் கருவிகளுக்கேற்ப அமையும். ஏறக்குறைய நொடிக்கு 274 மெகா பிட் வரை இவ்வமைப்புகளில் செய்தி அனுப்பலாம். கண்ணாடிச் சிலிக்கா இழையின் இரண்டு இழைகள் 4032 பேச்சுக் கால்வழிகளைக் கொண்டு செல்லக்கூடியவை. இலக்க முறைப் பிட் தகவலை ஒளிமப் பிட் தகவலாக லேசர் எனப்படும் கிளர் கதிர் ஒளிமிகள் அல்லது ஒளி உமிழ் இருமுனையங்கள் மாற்றுகின்றன.

வழக்கில் பன்முறைமை, தனிமுறைமை என இரண்டு இழை வகைகள் உள்ளன. இரண்டிலும் சிலிக்கா கண்ணாடி உள்ளகத்தினைச் (core) சுற்றிக் கண்ணாடி உறைப்பூச்சு (cladding) அமைந்துள்ளது. இதன் விட்டம் 125 மைக்ரோ மீட்டர். மின்வில் உருகு பற்றுவைப்பு முறையும் வேதிப் பிணைப்புத் தொழில்நுட்பமும் (chemical bonding technique) இதற்குப் பயன்படும். மூட்டலின்போது இழப்பைக் குறைக்க, இழையின் மைய அச்சை மிக அண்மையில் அமையும்படி ஒன்ற வைக்க வேண்டும். இழை மிக மிக நுண்ணியதாகையால் இந்த மைய ஒன்றுவிப்பு மிக அரிய செயலாகும்.

அச்சொன்றிய வடங்கள். அச்சொன்றிய வடங்கள் அகன்ற செய்திப் பரப்பு அலைப்பட்டை உடையவை. உயர் அலைவெண்களில் இயங்க ஏற்ற இவை நெடுந்தொலைவு தொலைபேசி அலைப் பரப்புக்கும் வடத் தொலைக்காட்சி அலைப் பரப்புக்கும் ஏற்றவை. இவ்வடங்களில் 4 - 22 அச்சொன்றிய குழாய்கள் உள்ளன. இதில் நடுவில் அமைந்த ஒவ்வொரு செம்புக் குழாயும் பாலி எத்திலீன் வட்டையால் அதற்கு இருபுறமும் உள்ள செம்புக் குழாய்களிலிருந்து மின்காப்பிடப்பட்டுள்ளன. அச்சொன்றிய வடங்கள் அழுந்து பொருத்து இணைப்பிகளால் இணைக்கப்படுகின்றன.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

தொலைபேசிக் குறிப்பனுப்பல், சிறப்புச் சந்தாதாரர்

தொலைபேசிக்கு வெளியிலிருந்து ஓர் அழைப்பு வந்தால் அதிலுள்ள மணி ஒலித்துச் சந்தாதாரரை அழைக்கிறது. சந்தாதாரர் அந்த ஒலி காதில் விழும் தொலைவுக்கு இருந்தால் அவர் உடனே தொலைபேசியை அடைந்து பேசத் தொடங்குவார். அழைக்கப்படுகிற நபர், வேறு இடத்தில் இருக்கும்போது தொலைபேசியில் வரும் அழைப்பை அவருக்குத் தெரிவிக்கப் பயன்படும் கருவி சிறப்புச் சந்தாதாரர் தொலைபேசிக் குறிப்பனுப்பல் (telephone signalling, special subscriber) அமைப்பு எனப்படும். இவற்றின் செயல்பாட்டைப்

பொறுத்து இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு வகையில் எவர் அழைக்கிறார் என்பதைக் காண முடியாது; மற்ற வகையில் அழைப்பவரின் தோற்றத்தைக் காணலாம்.

முதல் வகை ஓசை எழுப்பும் கருவிகளையோ ஒளிச் சைகைகளையோ கொண்டது. மணி, ஊதல், இசைக்கருவி போன்ற ஒலியெழுப்பும் கருவிகளும் நியான் விளக்கு, எளிய விளக்கு போன்ற ஒளிச் சைகைக் கருவிகளும் இதில் பயன்படுத்தப்படும். அழைப்பு வெளியிலிருந்து தொலைபேசியை எட்டியவுடன் தொலைபேசி மணியடிப்பதுடன் மின் சுற்றுகள் மூலமாகவும் அலைகள் மூலமாகவும் குறிப்பனுப்பல் கருவிகள் இயக்கப்படும்.

தனி மனிதரை அழைக்கும் அமைப்புகள் அவருக்குரிய சங்கேத முறையில் ஒலியெழுப்பி அல்லது விளக்குகளை எரியச் செய்து அழைப்பு வந்துள்ளமையைத் தெரிவிக்கும். எளிய ஒலி பெருக்கிகள் மூலம் பெயரைக் குறிப்பிட்டு விளிப்பதும் உண்டு. அழைக்கப்படுபவர் தொலைபேசி மூலம் தொடர்பு கொள்ளும் வரை இந்தச் சங்கேத அறிவிப்புகள் மீண்டும் மீண்டும் செய்யப்படும். மருத்துவமனை போன்ற இடங்களில் ஒரு நபரை அழைக்க ஆங்காங்கே சங்கேத ஒலியெழுப்பும் கருவி, சைகை விளக்கு அல்லது பெயரை அழைக்கும் ஒலி பெருக்கி அமைக்கப்படும். தமக்கான சங்கேத ஓசை அல்லது ஒளியமைப்புத் தோன்றினால் அவர் உடனே அருகிலுள்ள தொலைபேசி மூலம் மைய அலுவலகம் அல்லது கிளை இணைப்பகத்துடன் தொடர்பு கொள்வார். அதன்பின் அவருக்கு வந்த அழைப்பு அந்தத் தொலைபேசிக்குத் திருப்பி அனுப்பப்படும்.

சிறிய கையடக்க ரேடியோ ஏற்பிகளைப் பயன்படுத்தியும் குறிப்பிட்டவரை அழைக்க முடியும். பொதுவாக இத்தகைய ஏற்பி சட்டைப் பைக்குள் வைக்கும் அளவிலிருக்கும். கிளை இணைப்பகம் ஒரு குறிப்பிட்ட மனிதருக்கான சங்கேத ஒலியை ரேடியோ அலைகளாக மாற்றி ஒலிபரப்பும். ரேடியோ ஏற்பி அவற்றை வாங்கி மீண்டும் சங்கேத ஒலிகளாக மாற்றும். ரேடியோ ஏற்பி வெளியிடும் சைகை ஒலிகள் தமக்குரிய சங்கேதமாக இருந்தால் அவர் உடனே அருகிலுள்ள தொலைபேசி மூலம் கிளை இணைப்பகத்துடன் தொடர்பு கொள்வார்.

- கே. என். இராமசந்திரன்

தொலைபேசிச் சேவை

தொலைபேசிச் சந்தாதாரருக்குச் சேவைகளை அளிப்பதில் ஈடுபடுத்தப்படும் தொழில்நுட்பம் தொலைபேசிச் சேவை (telephone service) எனப்படுகிறது. உள்ளூர்த் தொலைபேசித் தொடர்பு, தகவல் அளிப்புச் சேவை, அழைப்பைப் பதிவு செய்து பின்னர்த் தொடர்பு கொள்ளும் வசதி, தனியார் தொலைபேசி இணைப்புகளுக்குக் குத்தகைக்கு விடுதல் போன்றவை இதில் அடங்கும்.

உள்ளூர்த் தொலைபேசிச் சேவை. ஓர் இணைப்பகத்தை மையமாகக் கொண்டு செயல்படும் அல்லது ஒரே இணைப்புப் பரிமாற்றப் பகுதிக்குள் நிறுவப்பட்டுள்ள பல இணைப்பகங்களின் வலையமைப்பை மையமாகக் கொண்டு செயல்படும் ஒரு நகரம் அல்லது ஊரில் வசிக்கும் மக்களுக்குச் செய்தித் தொடர்பு வசதியை இது அளிக்கிறது. ஒரு பெரு நகரம் சிறு நகரம் அல்லது ஒரு சிற்றூர் மற்றும் அதனைச் சுற்றியுள்ள குடியிருப்புப் பகுதிகள் என ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பை வகுத்துக்கொண்டு, அதற்குள் தொலைபேசித் தொடர்புகளை அமைத்துப் பராமரிப்பதற்கு ஓர் இணைப்பகம் நிறுவப்படுகிறது. அந்த இணைப்பகத்தின் சேவையைப் பயன்படுத்தும் பகுதி இணைப்புப் பரிமாற்ற வட்டாரம் (exchange area) எனப்படும். இணைப்பகத்தில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மைய அலுவலகங்கள் இருக்கும். அத்துடன் பரிமாற்றப் பகுதியில் தொலைபேசிக் கருவியமைப்புகளும் இருக்கும். இரண்டு தொலைபேசிகளுக்கிடையில் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொடுப்பதற்குப் பயன்படுகிற வகையில் ஒரு மைய இடத்தில் இணைப்பகங்களுடன் தொடர்பு ஏற்படுத்தித் தரவும் இக்கருவி பயன்படும்.

உள்ளூர்த் தொலைபேசி இணைப்புச் சுற்றுகள் பொதுவாக இரட்டைக் கம்பிகள் அடங்கிய அமைப்புகளாயிருக்கும். அவை மனிதக் குரல் அதிர்வெண்ணில் (300-4000HZ) செயல்படும் மின்காந்த அலைகளைக் கடத்தக்கூடிய வகையில் அமைக்கப்படும். வெளியூர் இணைப்பகங்களை இணைக்கின்ற இரட்டைக் கம்பிவடங்களில் ஆங்காங்கே செறிவு பெருக்கிகளும் மறுஒலிப்பு (repeater) அமைப்புகளும் பொருத்தப்படும். பெருந்தொலைவுச் செய்தித் தொடர்புச் சுற்றுகளில் ஊர்தி அலைமுறையில் மின்காந்த அலைகள் அனுப்பப்படுகின்றன.

தகவல் பதிவு. தொலைபேசி ஒவ்வொரு முறை பயன்படுத்தப்படும்போதும் அதைப் பற்றிய தகவல் பதிவு செய்யப்பட்டால்தான், சந்தாதாரர் தொலைபேசியைப் பயன்படுத்திய நேரத்தைக் கணக்கிட்டு அதன் மூலம் செலுத்த வேண்டிய கட்டணத்தைச் சரியாகப் பெற முடியும். தகவல் பதிவுக் கருவிகள் தானியங்கித் தகவல் கணக்குக் கருவிகள் ஆகியவை இப்பணியைச் செய்கின்றன. மைய அலுவலகத்தில் நிறுவப்பட்டிருக்கும் தகவல் பதிவுக்கருவி, ஓர் எண்ணிக்கைப் பதிவு கருவி ஆகும். அது இணைப்புப் பரிமாற்றப் பகுதியிலுள்ள ஒவ்வொரு தொலைபேசியின் இணைப்பையும், தொலைபேசி எத்தனை முறை பயன்படுத்தப்பட்டது என்பதையும் பதிவு செய்யப் பயன்படும். அதன் அடிப்படையில் கட்டணம் கணக்கிடப்பட்டுச் சந்தாதாரருக்குப் பற்றுச் சீட்டு மூலம் தெரிவிக்கப்படுகிறது.

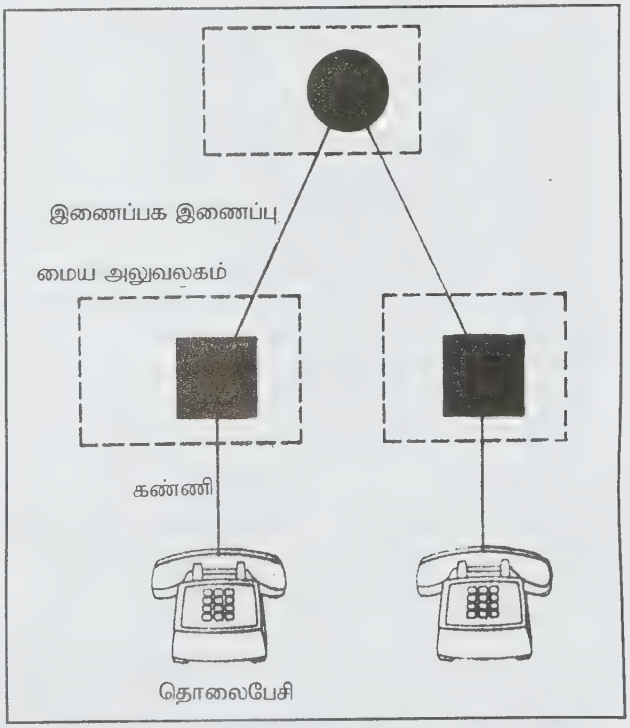
தானியங்கித் தகவல் எண்ணிக்கைக் கருவி, துளையிட்ட நாடா அல்லது காந்த நாடா முறையில் கட்டணத் தகவல்களைப் பதிவு செய்து வைக்கிறது. இக்கருவி உள்ளூரிலுள்ள மைய அலுவலகத்தில் அமைந்திருக்கலாம். சிறு, சிறு இணைப்புப் பரிமாற்றப் பகுதிகளின் கணக்குப் பதிவுகளை அண்மையிலுள்ள பெரு நகரத்தில் உள்ள மையத் தொலைபேசி அலுவலகத்தில் சேகரிக்க ஏற்றதாக இக்கருவிகள் தொடராக அமைக்கப்படுவதும் உண்டு.

அமைப்பு வடிவம். தொலைபேசி அமைப்பை வடிவமைக்கும் போது அதன் பணி வரம்புக்குள் அமைந்திருக்கிற தொலைபேசி வகைகள், தொலைபேசியை மைய அலுவலகத்துடன் இணைக்கும் கம்பிச் சுற்றுகள், தொலைபேசி மைய அலுவலகங்கள், அவற்றுக் கிடையிலான இணைப்புகள், தொலைபேசிகளின் எண்களைத் தீர்மானிக்கும் திட்டம் ஆகிய கூறுகளைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

வீடுகள், அலுவலகங்கள் போன்ற இடங்களில் உள்ள தொலைபேசிகள் கட்டணம் செலுத்தாமல் இயக்கக்கூடிய வகையைச் சேர்ந்தவை. கட்டணம் செலுத்திய பின் பேச வேண்டிய தொலைபேசிகள் பொது இடங்களில் வைக்கப்படுகின்றன. சில ஊர்களில் இணைப்பகங்களில் உள்ள அலுவலர்கள் பயனீட்டாளர்களுக்கு அவர்கள் குறிப்பிடும் எண்ணுள்ள தொலைபேசிகளுக்கு இணைப்புக் கொடுக்கிறார்கள். சில ஊர்களில் வட்டத்தைச் சுழற்றித் தேவையான தொலைபேசியுடன் இணைப்பைப் பெற முடிகிறது. பல கிளைத் தொலைபேசிகளைக் கொண்ட ஒரு முக்கியமான தொலைபேசிக்குத் தனிப்பட்ட ஓர் இணைப்புக் கம்பிப் பாதை அளிக்கப்படுகிறது. இது தனி உரிமை இணைப்புச் சேவை எனப்படும். சில வேளைகளில் தனி உரிமை இணைப்புக் கம்பிச் சேவையை இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட வாடிக்கையாளர்கள் பங்கிட்டுக் கொள்வதுண்டு. இது குழு இணைப்புச் சேவை எனப்படும். பல தொலைபேசித் தொடர்புக் கம்பிகள் தனியார்க் கிளை இணைப்பகங்களில் முடிந்து பல்வேறு கிளைத் தொலைபேசிகளுக்கு இணைப்புக் கொடுக்கின்றன.

சந்தாதாரர் இணைப்புக் கண்ணிகள். வாடிக்கையாளர்களின் தொலைபேசிகளை ஒரு மைய அலுவலகத்துடன் இணைக்கும் குறுகிய தொலைக் கம்பிச் சுற்றுகள் இணைப்புக் கண்ணிகள் எனப்படும். இந்தச் சுற்றுகளில் வழக்கமாக 26,24, 22 கேஜ் தடிமனுள்ள செப்புக் கம்பிகள் பயன்படுகின்றன. நவீன தொலைபேசி வகைகள், மைய இணைப்பகக் கருவிகள் ஆகியவை மிகு செயல்திறன் பெற்றிருப்பதன் காரணமாகத் தடிமன் குறைந்த கம்பிகளை மிகுதியாகப் பயன்படுத்த முடிகிறது. சந்தாதாரர் இணைப்புக் கண்ணிகளில் கம்பிகளின் தடிமனை மேலும் குறைப்பதற்கு அவற்றின் மின்தடை மிகுதியாக்கப்படும்.

தொலைபேசி மைய அலுவலகம். மைய அலுவலகத்தில் இணைப்புப் பரிமாற்றப் பகுதியிலுள்ள தொலைபேசிகளுக்கு இடையில் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொடுக்கும் கருவிகள் நிறுவப்பட்டிருக்கும். ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உள்ளூர் மைய அலுவலகங்கள் ஒரே கட்டடத்தில் அமைந்திருப்பதுண்டு. அதைக் கம்பி மையம் (wire centre) எனலாம். இணைப்புப் பரிமாற்ற வட்டாரத்திலுள்ள தொலைபேசி இணைப்புக் கண்ணிகள் அங்கு இணைந்து முடிவடைகின்றன. தொலைபேசி களுக்கிடையில் இணைப்புக் கொடுத்துச் சீராக்குவதே மைய அலுவலகங்களில் முதன்மைப் பணி ஆகும். ஒரே இணைப்பக வட்டாரத்துக்குள்ளிருக்கும் தொலைபேசிகளுக்கு இடையிலும் ஒரே இணைப்பகத்தைச் சார்ந்த தொலைபேசிகளுக்கு இடையிலும், வெவ்வேறு இணைப்பகங்களைச் சார்ந்த தொலைபேசிகளுக்கு இடையிலும் தேவைப்படும் போதெல்லாம் இத்தகைய இணைப்புகளைக் கொடுக்கப் பயன்படும். வெளியூர்களுக்கு விடுவிக்கப்படும் அழைப்பு களுக்கும் அது இணைப்புக் கொடுக்கும். இத்தகைய பணிகளுக்காக ஒவ்வொரு மைய அலுவலகங்களிலிருந்தும் பிற உள்ளூர் மைய அலுவலகங்களுக்கும் தொடர் அலுவலகங்களுக்கும் வெளியூர்களிலுள்ள மைய அலுவலகங்களுக்கும் கம்பி வட இணைப்புகள் பிரிந்து செல்லும். இரண்டு இணைப்பகங்களுக்கு இடையிலான தொடர்பை இணைப்பக இணைப்பு (trunk) என்பர்.



படம். உள்ளூர்த் தொலைபேசி அமைப்பின் கூறுகள்

தொடர் அலுவலகம் (tandem office) என்பது ஓர் இடைநிலை இணைப்புப் பரிமாற்ற நிலையம் ஆகும். ஒரு வட்டாரத்தில் உள்ள உள்ளூர் மைய அலுவலகங்களுக்கு இடையிலான இணைப்பக இணைப்புகளை ஒன்றோடொன்று இணைப்பதே அதன் முக்கிய பணி ஆகும். இதன் மூலம் இணைப்பக இணைப்புகளுக்கு ஆகும் உழைப்பும், பணச் செலவும் குறையும். குறிப்பாக இரண்டு உள்ளூர் மைய அலுவலகங்களுக்கு இடையில் தொலைபேசிச் செய்திப் போக்குவரத்து குறைவாயிருக்கும் நிலையில் அவற்றுக் கிடையில் நேரடியான மிகுதியான அலுவலக இணைப்பக இணைப்புகளைத் தவிர்க்கத் தொடர் அலுவலகங்கள் நிறுவப்படும்.

அலுவலக இணைப்பக இணைப்புகள். இணைப் பகத்திலுள்ள இணைப்பு அமைப்புகளுக்கும் இணைப் பகத்தைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் அமைந்துள்ள தொலைபேசிகளுக்கும் இடையில் பேச்சுகளைப் பரிமாற்றிக் கொள்ளப் பயன்படும். மேலும் மிகு தொலைவிலுள்ள தொலைபேசிகளுக்கான இணைப்பு சுற்றுகளில் ஊர்தி அலைகள் மூலமாகப் பேச்சுகள் பரிமாறிக்கொள்ளப் படுகின்றன. 12-16 கி.மீ.க்கு உட்பட்ட தொலைவுகளில் அமைந்திருக்கும் தொலைபேசிகள் மனிதக்குரல் அதிர்வெண்ணுள்ள மின்காந்த அலைகளைக் கடத்தும் இருவழிக் கம்பிப் பாதைகள் மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு 19,22, 24 கேஜ் தடிமனுள்ள் கம்பிகள் பயன்படுகின்றன. சில இடங்களில் 26 கேஜ் கம்பியும் பயன்படுகிறது. மின் அலைகளைத் திறமையுடன் கடத்த மின் தூண்டல் சுமை தேவைப்படுகிறது. இதற்காக 6000 அடி இடைவெளிகளில் 88 மில்லி ஹென்றி மின்தூண்டல் எண்ணுள்ள கம்பிச் சுருள்கள் சேர்க்கப்படும். இத்தகைய இணைப்பக இணைப்புகளில் பெரும்பாலானவற்றில் முனைகளிலோ இடைநிலைப் புள்ளிகளிலோ எதிரின மின் எதிர்ப்பு (negative impedance) வகை மறு ஒலிப்பான்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. மின்னலைக் கடத்தல் தேவைகள் மற்றும் மின்தடை மேல் வரம்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே கம்பியின் தடிமன் மின் சுமை, மறு ஒலிப்பான்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவை அறுதியிடப்படும். மனிதக் குரல் அதிர்வெண், மின்னலைகளைப் பயன்படுத்துகிற இணைப்பக இணைப்புச் சுற்றுகளில் மிகுதியாக நேர் மின்னோட்டச் சைகைகளே பயன்படும். மைய அலுவலகத்தின் தன்மையைப் பொறுத்து இணைப்பக இணைப்புச் சுற்றின் மின் தடை மேல் பரப்பு 600-3000 ஓம் என அமைந்திருக்கும்.

இரண்டு இணைப்புப் பரிமாற்ற அமைப்புகளுக்கு இடையில் தொலைபேசிச் செய்தித் தொடர்புகள் ஒரு தொகுப்பைக் கடத்துகிற அலுவலக இணைப்பக இணைப்புகளின் ஓர் அடுக்கு, அலுவலக இணைப்புக் குழு எனப்படுகிறது. அந்தக் குழுவிலுள்ள இணைப்பக இணைப்பு களின் எண்ணிக்கை உச்சப் பயன்பாட்டு நேரத்தில் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் அழைப்புகளின் எண்ணிக்கை, தொலைபேசிச் சேவையில் பராமரிக்கப்பட வேண்டிய தரக்கட்டுப்பாடு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். இறுதி நிலைத் தடங்களில் குழுவிலுள்ள இணைப்பக இணைப்புகளின் எண்ணிக்கை, உச்சப் பயன்பாட்டு வேளையில் செய்தித் தொடர்புகள் நேரத்தாழ்வின்றி விரைவாகக் கிடைக்கும் வகையில் அறுதியிடப்படும். மிகப் பெருமளவில் அழைப்புகள் விடுக்கப்படுகின்ற தடங்களில் இந்த எண்ணிக்கை குறைவாக அறுதியிடப்படுகிறது. எனவே உச்சப் பயன்பாட்டு வேளைகளில் சில அழைப்புகளுக்குப்பாதை கிடைக்காமல் போகும். அவை வேறு பாதைகள் மூலம் அனுப்பப்பட்டு இணைப்புப் பெறும். இதை மாற்றுவழிப் படுத்தல் என்பர். மாற்று வழிப்படுத்தலில் உணரக்கூடிய அளவில் நேரத்தாழ்வு ஏற்படுவதில்லை. இவ்வாறு மாற்று வழிப்படுத்தப்பட்ட அழைப்பு, வேறு பல மாற்று வழிப்படுத்தப்பட்ட அழைப்பு களுடன் இணைத்து அனுப்பப்படுவதால் அலுவலகங்களுக் கிடையிலான இணைப்பக இணைப்பு வலையமைப்பின் செயல்திறன் கூடுதலாகிறது.

தொலைபேசி மின்சுற்றுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் இணைப்பகக் கம்பி வடம் செம்புக் கம்பிகளின் கூட்டாக அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு செம்புக் கம்பியும் காகிதக் கூழ் அல்லது பாலிஎத்திலீன் போன்ற மின் கடத்தாப் பொருளால் மின் காப்பிடப்பட்டிருக்கும். கம்பி வடத்தின் மேல் ஒரு தடித்த காப்பு உறையும் அமைந்திருக்கும். 26,24,22,19 ஆகிய கேஜ் தடிமனுள்ள கம்பிகள் பொதுவாகப் பயன்படும். பொதுவாக வடத்தில் 6-2100 இரட்டைக் கம்பிகள் இருக்கும் நவீன பாலிஎத்திலீன் காப்பிட்ட கம்பி வடங்களில் 25 இரட்டைக் கம்பிகள் உள்ளன. ஒவ்வோர் இரட்டைக் கம்பியும் வெவ்வேறு நிறங்களில் அடையாளக் குறியிடப்பட்டிருக்கும். இதன் மூலம் ஒரு குறிப்பிட்ட கம்பி இரட்டையைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதாகிறது. வெளியிலுள்ள பாதுகாப்பு உறை வழக்கமாக நெகிழியால் ஆனதாயிருக்கும்.

எண் வழங்கு திட்டம். ஓர் இணைப்பகத்தைச் சார்ந்த தொலைபேசிகளுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் வரிசை எண்கள் அளிக்கப்படுகின்றன. எண்களிலிருந்தே தொலைபேசி எந்த இணைப்பகம் அல்லது அலுவலகத்தைச் சார்ந்தது என்று அறிந்து அதற்கு வரும் அழைப்புகள் அதன்பால் திருப்பிவிடப்படுகின்றன.

சிறு நகரிடை தொலைபேசிச் சேவை. வெவ்வேறு இணைப்பக வட்டாரங்களுக்கிடையில் தொலைபேசி இணைப்புக் கொடுக்கிற அமைப்பு சிறு நகரிடை தொலைபேசிச் சேவை (Inter Urban Telephone Service) எனப்படும். இதை நெடுந்தொலைவுச் சேவை எனவும் குறிப்பிடுவர்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வட்டாரத்தில் நெடுந்தொலைவுத் தொலைபேசிச் சேவையை நடத்துவதற்காக ஒரு மைய

அலுவலகம் நிறுவப்பட்டிருக்கும். பல வேளைகளில் அண்மை வட்டாரங்களிலும் அது மைய அலுவலகமாகப் பணியாற்றும். பெரிய நகரப் பகுதிகளில் தேவை மிகும்போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மைய அலுவலகங்கள் நிறுவப்படும். இந்த மைய அலுவலகங்கள், உள்ளூர் அலுவலகங் களிலிருந்து வரும் அழைப்புகளை அடுத்த வட்டாரத்திலுள்ள மைய அலுவலகங்களுக்கு அனுப்பும். அங்கிருந்து அழைப்புகள் உள்ளூர் இணைப்பகங்களுக்கு அனுப்பப்படும். உள்ளூர் இணைப்பகங்கள் அழைக்கப்பட்ட தொலை பேசியுடன் இணைப்புக் கொடுக்கும்.

இரண்டு வெவ்வேறு நெடுந்தொலைவு அலுவலகங் களைச் சார்ந்த இணைப்பக வட்டாரங்களுக்கு இடையில் தொலைபேசிச் செய்திப் பரிமாற்றம் நெடுங்தொலைவு அலுவலகங்களுக்கும் இடையில் நேரடி இணைப்புக் கொடுப்பது சிக்கனமாயிராது. அப்போது அழைப்புகள் ஒரு மூன்றாம் நெடுங்தொலைவு அலுவலகத்தின் மூலம் செலுத்தப்படும். அந்த அலுவலகம் முதல் இரண்டு அலுவலகங்களுடன் நேரடித் தொடர்பு கொள்ளக் கூடியதாயிருக்கும். இத்தகைய அழைப்பு நேர் இணைப்புச் செய்தியனுப்பல் (through-switched traffic) எனப்படும். அலுவலகங்களுக்கு இடையிலான இணைப்புகள் இணைப்பக இணைப்புக் குழுக்களின் மூலம் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. அந்தக் குழுவின் மூலமாக அனுப்பப்படுகிற அழைப்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து அந்தக் குழுவிலுள்ள இணைப்புகளின் எண்ணிக்கை அமையும்.

ஒரு நெடுங்தொலைவு அலுவலகத்தில் உள்ள கருவிகள் மனிதரால் அல்லது எந்திரங்களால் இயக்கப்படு பவையாகவோ இருக்கும். மனிதரால் இயக்கப்படுகிற அலுவலகங்களில் அலுவலர்கள் அழைப்பவரின் கோரிக்கைகளை கேட்டு அவர் பேச விரும்பும் தொலைபேசியுடன் இணைப்புக் கொடுத்துப் பேச்சு முடிந்ததும் அதற்கான கட்டணத்தை எழுதிப் பதிவு செய்வார். இவ்வாறு இணைப்புக் கொடுக்க உதவும் இணைப்பு முனைகள் அடங்கிய பலகை, இணைப்பு மாற்றிப் பலகை (switch level board) எனப்படும். பெரும்பாலான நெடுந்தொலைவு அலுவலகங்களில் ஒரு தனி வகை இணைப்பு மாற்றிப் பலகை சில குறிப்பிட்ட தன்மையுள்ள அழைப்புகளைக் கையாளுவதற்காகவும், எண் வட்டத்தைச் சுழற்றுவதன் மூலம் இணைப்புப் பெற முடியாத தொலைபேசிகளுடன் தொடர்பு அளிப்பதற்காகவும் அமைக்கப்படுகிறது. ஆயினும் சிறு நகரங்களுக்கு இடையிலான தொலைபேசிச் சேவை பெருமளவில் எந்திரமயமாக்கப்பட்டுள்ளது.

பெரு நகரங்களுக்கிடையிலான தொலைபேசிச் சேவை. பெருநகரங்களுக்கிடையில் தொலைபேசித் தொடர்பு இணைப்பக வட்டாரங்களுக்கிடையிலான இணைப்பக இணைப்புகளின் மூலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. அனுப்பப்படுகிற சைகைகளில் நலிவு அல்லது உருக்குலைவு மிகவும் குறைந்த அளவிலிருக்க வேண்டும். ஏனெனில் தொலைவு அல்லது இணைப்புக் கண்ணிகளின் எண்ணிக்கை மிகுதியானால் நலிவும் உருக்குலைவும் அதிகரிக்கும். பெரு நகரிடை இணைப்பக இணைப்பின் ஒவ்வொரு முனையிலும் நெடுந்தொலைவு அலுவலகத்தையும் உள்ளூர் அலுவலகத்தையும் இணைக்கும் சுற்று ஒன்றேனும் இருக்கும். இரண்டு சிறு நகரங்கள் மிகப் பெருந்தொலைவில் இருந்தால் அவற்றுக்கிடையில் பல பெருநகரங்களுக்கிடையிலான இணைப்பக இணைப்புத் தடங்கள் மூலமாகத் தொலைபேசித் தொடர்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

பெருநகர இணைப்பக இணைப்புததடங்களில் பல வகையான சைகை அனுப்பும் அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. சைகை அனுப்பவேண்டிய தொலைவு, இன்றைய செய்தித் தொடர்புகளின் எண்ணிக்கை, எதிர்காலத் தேவை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் மிகச் சிக்கனமான வகையில் செயல்படக்கூடிய அமைப்பு பயன்படுகிறது. மனிதக் குரல் அதிர்வெண்ணுள்ள மின்னலைச்சுற்றுகள், கம்பி வடங்கள் அல்லது திறந்த வெளிக் கம்பிகள் மூலமாகச் சைகைகளை அனுப்பும் அமைப்புகள், ஓரச்சுக் கம்பி வடங்கள், கதிர்வீச்சு அலைகள் ஆகியவற்றின் மூலமாகக் கதிர்வீச்சு அலைச் சைகைகளை அனுப்பும் அமைப்புகள் போன்ற பல வகை அமைப்புகள் புழக்கத்தில் உள்ளன. ஒரு முனையிலிருந்து மட்டுமே அழைப்பு விடுக்கக்கூடியவையாகச் சில பெரு நகரிடை இணைப்பக இணைப்புகள் உள்ளன. அவற்றில் இணைப்பு ஏற்பட்டதும் இரு முனைகளிலிருந்தும் பேச்சுகளைப் பரிமாறிக்கொள்ள முடியும். இரண்டு முனைகளிலிருந்தும் அழைப்பு விடுக்கக்கூடிய இணைப்புகளும் உள்ளன.

ஒவ்வொரு பெரு நகரிடை இணைப்புகளுடனும் தொடர்பை நிறுவத்தேவையான மேற்பார்வைச் சைகைகளை அனுப்பவும், தொடர்பைத் துண்டிக்கவும், அழைக்கப்படும் தொலைபேசி வேறு ஒரு தொலைபேசியுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது என்னும் தகவலைத் தெரிவிக்கவும், அனைத்து மின் சுற்றுகளும் இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன என்பதைச் சுட்டிக்காட்டவும் கூடிய சைகைக் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

கட்டணப் பதிவு. பெரும்பாலான சிறுநகர் தொலைபேசிச் சேவைகளில் வாடிக்கையாளர் செலுத்த வேண்டிய கட்டணத்தைச் சரியாகக் கணக்கிட, அவர் விடுத்த அழைப்புகளைப் பற்றிய தகவல் பதிவு செய்யப்படுகிறது. உள்ளூர்ச் சேவையில் கட்டண விதிப்புக்கு உரிய அழைப்புகள், ஓர் அலகுக்கு இவ்வளவு என்னும் வீதத்தில் கணக்கிடப்படுகிற அழைப்புகள், அழைக்கப்படுகிற தொலைபேசியின் தொலைவு அல்லது இணைப்பகத்தைப் பொறுத்து ஒவ்வோர் அழைப்புக்கும் தனித்தனியான கட்டணம் விதிக்கப்பட்டிருக்கிற அழைப்புகள் என மூவகையாகக்

கட்டணங்கள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. அலகு கணக்கில் கட்டணத்தை அறுதியிடும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் தொலைபேசி பயன்படுத்தப்பட்ட நேர அலகுகள் கட்டப்பட்டு மொத்தக் கட்டணம் ஒரு பெருக்கு தொகையாகக் கணக்கிடப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் அழைப்புக்கும் வெவ்வேறு கட்டணம் என்று உள்ள இடங்களில் அலுவலர் அல்லது எந்திரங்கள் மூலம் கணக்கிடப்படும் இடங்களில் தனித்தனியான மின்சுற்றுகளுக்குத் தனித்தனியாகப் பதிவுக் கட்டணங்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டுக் கட்டணம் பதிவு செய்யப்படும். அல்லது தானியங்கிக் கருவிகள் கட்டணப் பட்டியலை அச்சிடும் அல்லது துளை நாடாக்கள், காந்த நாடாக்கள் ஆகியவற்றில் பதிவு செய்யும்.

சந்தாதாரர் நேரடி தொடர்புச் சேவை (STD)

இம்முறையில் சந்தாதாரர் தாமே என் வட்டத்தைச் சுழற்றி வெளியூரில் உள்ள தொலைபேசியுடன் நேரடியாக இணைப்பைப் பெற முடிகிறது. அழைப்பு விடுக்கப்படும் நகரிலுள்ள உள்ளூர் அலுவலகத்திலும் அந்த அழைப்பு கடந்து செல்ல வேண்டிய அனைத்து நெடுந்தொலைவு அலுவலகங்களிலும் எண் வட்ட இணைப்புக் கருவிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அழைக்கப்படுகிற தொலைபேசியின் எண், பேச்சுக் காலம் ஆகியவற்றைத் தானியங்கு கருவிகள் பதிவு செய்யும். அழைக்கப்படுகிற தொலைபேசியை எண் வட்ட இணைப்புக் கருவி சரியாக அடையாளம் கண்டு சைகைகளைச் செலுத்த உதவியாகத் தொலைபேசிக்கு ஒரு தனித் தன்மையுள்ள எண் அளிக்கப்பட்டிருக்கும். இறுதியாக அழைப்புகள் செல்ல வேண்டிய தடங்களைப் பற்றிய திட்டமும் ஒரு பொதுவான இணைப்புத் திட்டமும் வகுக்கப்பட்டிருக்கும். அழைப்பின் பயணத்தடம் பற்றிய திட்டம் முக்கியமான இணைப்பு மையங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க உதவுகிறது. மிகவும் நேரடியான, சிக்கனமான வழித்தடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கப் பொதுத் தொடர்பு இணைப்புத் திட்டம் உதவும். முக்கியமான இணைப்பு மையங்கள் கட்டுப்பாட்டு இணைப்புப் புள்ளிகள் எனப்படுகின்றன.

• படித்தரமாக வழிப்படுத்துந் திட்டத்தில் ஒவ்வோர் உள்ளூர் அலுவலகமும் முனை அலுவலகம் எனப்படும். நெடுந்தொலைவு அலுவலகங்கள் அவற்றின் முக்கியத் துவத்திற்கேற்ற வகையில் சுங்க மையம், முதன்மை மையம், பகுதி மையம், வட்டார மையம் என வரிசைப்படுத்தப் படுகின்றன. முதன்மை மையங்களும், பகுதி மையங்களும், வட்டார மையங்களும் கட்டுப்பாட்டு இணைப்புப் புள்ளிகள் ஆகும். இம்மையங்களில் நிறுவப்படும் எண் சுழற்சி இணைப்புக் கருவிகளில் பின்வருமாறு பயனாகும்.

அவை தானியங்கி முறையில் சைகைகளை மாற்று வழிகளில் செலுத்தவும் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட தடங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் ஆய்ந்து காலியாக உள்ள வழித்தடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவும் கூடிய வசதி, சுழற்றப்பட்ட எண்களின் முதல் மூன்று அல்லது ஆறு இலக்கங்களின் அடிப்படையில் தேவையான வழித்தடத்தை தேர்ந்தெடுக்கும் அமைப்பு, சங்கேதக் குறி மாற்று சுழற்றப்பட்ட இலக்கங்களுக்கு முன் தேவையான இலக்கங்களை முன்னொட்டுச் செய்தல் என்பன.

முனை அலுவலகத்தைத் தவிர, பிற அலுவலகங்கள் தேவைப்பட்டபோது தமக்குக் கீழேயுள்ள அலுவலகங்களின் பணியையும் கையாளும் திறன் பெற்றிருக்கும். எ-டு: நேர் பாதை இணைப்புச் செய்திப் போக்குவரத்தைக் கையாளுகிற முதன்மை மையம் தேவைப்படும்போது தன் சேவைக்குட்பட்ட இணைப்பக வட்டாரத்திலிருந்து விடுக்கப்படும் அழைப்புகள் அல்லது வந்து சேரும் அழைப்புகளைக் கையாளும் சுங்க மையமாகவும் செயல்படும்.

பொதுத் தொடர்பு இணைப்புத் திட்டம். ஒவ்வோர் உள்ளூர் அலுவலகமும் நெடுந்தொலைவு அலுவலகமும் இறுதி நிலைக்குழு எனப்படுகிற இணைப்பக இணைப்புகளின் ஒரு குழுவினால் தம்மைவிட உயர் நிலையிலுள்ள ஓர் அலுவலகத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அனைத்து வட்டார மையங்களும் இவ்விறுதி நிலைக்குழுக்களால் ஒன்றோடொன்று நேரடித்தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இறுதி நிலைக்குழுவில் போதுமான எண்ணிக்கையில் இணைப்பக இணைப்புகள் அமைந்திருக்கும்.

செய்தி சென்றடையும் அலுவலகம் இலக்கு அலுவலகம் (Home Office) எனப்படும். அது வட்டார மையமாகவோ, பகுதி மையமாகவோ முதன்மை மையமாகவோ இருக்கலாம். பெரும்பாலான நெடுந் தொலைவு அலுவலகங்கள் முனை அலுவலகங்களில் இலக்கு அலுவலகங்களாக அமை கின்றன. நேரடி இணைப்பு ஏற்படுகிற வகையில் இரண்டு அலுவலகங்களுக்கு இடையில் உயர் பயன்பாட்டு பெரு நகரிடை இணைப்பக இணைப்புகள் அமைக்கப்படும். இதில் முதல் மாற்று வழித் தடத்தைவிட இணைப்பக இணைப்புக்கான செலவு குறைவாயிருக்க வேண்டும். மாற்று வழித்தடம் என்பது தொடரில் இணைக்கப்பட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நெரு நகரிடை இணைப்பக இணைப்புகளாக இருக்கலாம். உணர் பயன்பாட்டு இணைப்பக இணைப்புகள், குழுக்கள் உயர் பயன்பாட்டு வேளையில் விடுக்கப்படும் மொத்த அழைப்புகளில் ஒரு பகுதியை மட்டும் கடத்தும் வகையில் வடிவமைக்கப்படும். எஞ்சியுள்ள அழைப்புகள் மாற்றுப் பாதையில் செலுத்தப்படும். இதனால் சேவையில் தரம் குன்றாமல் இருக்கும். எண் சுழற்று இணைப்பு அமைப்புகளின் மாற்றுத் தடத்தில் செலுத்தும் உறுப்புகள் தானியங்கி இணைப்பைக் கண்டுபிடித்து அதன் வாயிலாகச் சைகைகளைத் திருப்பிவிடுகின்றன. தொலைவுப் புள்ளிக்கு மிகவும் நேரடியான தொடர்பைத் தருகிற பாதைக்கு முன்னுரிமை தரப்படுகிறது.

இரு நாட்டுத் தொலைபேசி சேவை. இரண்டு நாடுகளுக்கு இடையில் எண் சுழற்று முறையில் தொலைபேசித் தொடர்பைப் பெறுவதில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன. வெவ்வேறு நாடுகளில் சிறு நகர எண் சுழற்று சேவை அமைப்புகள் வெவ்வேறாக இருக்கும். மேற்பார்வைச் சைகைகளும் எண் சுழற்றல் துடிப்புகளும் வேறுபட்டிருத்தல், கடத்தல் மின்னாற்றல் அளவு வேறுபட்டிருத்தல், எழுத்துகளும் எண் வட்ட வடிவமைப்புகளும் வேறு பட்டிருத்தல் போன்றவை இத்தகைய சிக்கல்கள் ஆகும். பல நாடுகள் தமக்குள் ஒத்துழைப்பு ஒப்பந்தங்கள் செய்து கொண்டு இச்சிக்கல்களை மிகுதியாகக் குறைத்துவிட்டன.

வெளிநாட்டுத் தொலைபேசிச் சேவை. உலகம் முழுவதிலுமுள்ள 140 நாடுகள் வெளிநாட்டுத் தொலைபேசிச் சேவை மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை உயர் அதிர்வெண், கதிர்வீச்சு அலைகள், புவி மண்டலத்தில் எதிர்பலிக்கப்படும் கதிர்வீச்சு அலைகள், கடலடித் தந்திக் கம்பி வடங்கள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தித் தொலைபேசித் தொடர்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன.

1930ஆம் ஆண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்த உயர் அதிர்வெண் ரேடியோ அமைப்புகள் குறைந்த செலவில் நெடுந்தொலைவுகளுக்குத் தொடர்பு ஏற்படுத்தித் தரக்கூடியவை. நெகிழ்தன்மை காரணமாகப் பெருந் தொலைவுகளுக்குச் செய்திகளை அனுப்ப இவை பயன்படு கின்றன. புவிமண்டலக் கதிர்வீச்சு அலைச் சிதறல் அமைப்புகள், துருவங்கள், பெருங்கடல்கள் போன்ற குறுகிய தொலைவிலுள்ள ஆனால் எளிதில் எட்ட முடியாத இடங்களுடன் தொடர்பு கொள்ள இவை ஏற்றவை. கடலடித் தந்திக் கம்பி வடங்கள் உயர் அதிர்வெண் கதிர்வீச்சு அலைகளில் ஏற்படுகிற நலிவு, வளிமண்டலக் குழப்பங்கள், குறுக்கீடுகள் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படாமல் சைகைகளை அனுப்ப வல்லவை. செய்திக் கடத்துந்திறன் உயர்வான தாகையால் பெருந்தொலைவுகளுக்கு விரிவுபடுத்த முடியும். மிகுதியான மின்சுற்றுகளை அவற்றுடன் இணைக்கவும் முடியும். ஆனால் அவற்றை அமைக்க ஆகும் செலவு மிகுதியாகும். இருப்பினும் கண்டங்களுக்கிடையிலான செய்தித் தொடர்புகளில் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

உயர் அதிர்வெண் கதிர்வீச்சு அலை அமைப்புகள் 2-30 MHZ அலை நீளமுள்ள மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஒவ்வோர் அமைப்பிலும் நான்கு தொலைபேசித் தடங்கள் வரை அமைக்க இயலும். ஆனால் அயனி மண்டலத்தில் ஏற்படும் குழப்பங்கள் காரணமாக நலிவு, குறுக்கீடு ஆகியவை தோன்றும். வரையறுக்கப்பட்ட மொத்த அலை நீளப்பட்டை அகலத்தின் காரணமாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய அமைப்புகளின் எண்ணிக்கை ஒரு வரம்புக்குள் அடங்கிவிடுகிறது.

பொதுவாக வெளிநாட்டுக் கதிர்வீச்சு அலைத் தொலைபேசிச் சுற்றுகள் ஒற்றைப் பக்கப்பட்டைக் (single side band) கருவிகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்பில் ஒரு கதிர்வீச்சு அலைப் பரப்பி நான்கு தொலைபேசிச் சுற்றுகளைக் கையாள முடியும். இந்த அலைப்பரப்பிகள் உச்ச நிலையில் 2000-80,000 வாட் ஆற்றலை வெளியிடும். கதிர்வீச்சு அலை கடக்க வேண்டிய தொலைவு, அதன் பாதையில் எதிர்கொள்ள வேண்டிய சூழ்நிலைகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வெவ்வேறு சுற்றுகளில் அவை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். எ-டு: வடஅமெரிக்காவில் இருந்து வடக்கு ஐரோப்பிய நாடுகளுக்குச் செய்தியனுப்பும் சுற்றுகள் துருவ அயனி மண்டலங்களின் மூலமாகக் கதிர்வீச்சு அலைகளை அனுப்ப வேண்டியுள்ளமையால் அவற்றுக்கான அலைப் பரப்பிகள் பெரும் ஆற்றலை வெளியிட வேண்டியுள்ளது.

இந்தக் கதிர்வீச்சு அலைகள் புவிக்கும் அயனி மண்டலத்துக்கும் இடையில் பல முறை எதிரொளிக்கப்பட்டு இலக்குகளை அடைகின்றன. அயனி மண்டலத்தின் இருப்பிடமும் அடர்த்தியும் இடைவிடாது மாறிக்கொண்டே இருக்கும். அவ்வப்போது கதிர்வீச்சு அலையின் அதிர்வெண்ணையும் மாற்றிக் கொண்டேயிருக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் பயன்படுத்தப்படும் கதிர்வீச்சு அலையின் அதிர்வெண் நாளின் நேரத்தையும் ஆண்டின் பருவத்தையும் பொறுத்துக் குளிர்காலப் பகல் நேரங்களில் உச்ச அளவு அதிர்வெண்களும் இரவு நேரங்களில் சிறும அளவு அதிர்வெண்களும் பயன்படுகின்றன. கோடைகாலப் பகல் நேரங்களில் உச்ச அளவைவிடக் குறைவான அதிர்வெண் அலைகளை நீண்ட நேரத்திற்குப் பயன்படுத்த முடிகிறது. இரவு நேரங்களிலும் அதே அதிர்வெண்களை மிகு மாற்றமின்றிப் பயன்படுத்த முடியும். கதிர்வீச்சு அலைகள் சூரியப் புள்ளிச் செயல்பாடுகளாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. மேற்கூறியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திற்குச் செய்தியனுப்ப ஏற்ற அதிர்வெண் தெரிவு செய்யப்படுகிறது.

கதிர்வீச்சு அலைச் சைகை இலக்கை அடையும்போது பெரிதும் நலிவுற்றுவிடும். ஏற்பி நிலையங்களில் அது மீண்டும் வலிவேற்றப்பட்டுக் கதிர்வீச்சு அதிர்வெண் நெடுக்கத்திலிருந்து கேட்பு அதிர்வெண் நெடுக்கத்துக்கு மாற்றப்படும். பிறகு வெளியிடு சுற்றிலுள்ள வடிகட்டிகளின் உதவியால் வெவ்வேறு செய்திப் பாதைகளாகப் பிரிக்கப்படும். இறுதியாகக் குரல் மின்னோட்டங்கள் உள்ளூர்த் தொலைபேசி அமைப்பின் மூலம் உரிய தொலைபேசியை அடையும்.

அலைப்பரப்பி, திசைப்படுத்து உணர் சட்டங்களின் உதவியால் ரேடியோ அலைகளைக் குவித்துத் தேவையான திசையில் அனுப்பும். ஏற்பி நிலையத்திலுள்ள திசைப்படுத்து

உணர்சட்டம் தேவையற்ற ஓசைகளைத் தவிர்த்துத் தேவையான சைகைகளை மட்டும் சேகரிக்கும்.

டிராபோஸ்பியர் சிதறு அமைப்புகள். இவை 300 - 3000 MHZ அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் இயங்குகின்றன. இவற்றில் 60-100 தொலைபேசிச் சுற்றுகள் அடங்கும். இவ்வதிர்வெண்களில் உள்ள அலைகளை அயனி மண்டலம் எதிர்பலிக்காவிட்டாலும் பெரும் ஆற்றலுள்ள அலைகளைப் பரப்பினால் பெருந்தொலைவுகளுக்கு ஆற்றல் சிதறப்படும் என்று காணப்பட்டுள்ளது. 10 கிலோ வாட்களுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ள அலைகளை வீசியும் 30-60 அடி விட்டமுள்ள உணர் சட்டங்களைப் பயன்படுத்தியும் 250 கி.மீ.தொலைவு வரை பல வழித்தொலைபேசி சைகைகள் அல்லது தொலைக்காட்சிச் சைகைகள் அனுப்ப முடிகிறது. வளிமண்டலக் குழப்பங்களால் பாதிக்கப்படும் சைகைகள் பெருமளவில் நலிவடையும். 60 மீ. அடி இடைவெளியில் இரண்டு உணர்சட்டங்கள் இச்சைகைகளை சேகரிக்கின்றன.

கடலடிக் கம்பி வடங்கள். இவற்றில் பொதுவாக மின் காப்பிடப்பட்ட ஒற்றைச் செம்புக் கம்பியும் அதைச் சுற்றித் தரையிணைப்புப் பெற்ற ஓரச்சு மின் கடத்தியும் அமைந்திருக்கும். குறுகிய தொலைவுகளுக்குச் செய்தி அனுப்பும் கம்பி வடங்களில் இடையிடையே மறு ஒலிப்பான்கள் எனப்படும் பெருக்கியமைப்புகள் பொருத்தப்படும். இவை 3-4 கி.மீ. ஆழத்தில் இயங்கக்கூடியவையாகவும், நீண்ட காலம் உழைப்பவையாகவும் இருக்க வேண்டும். இவை ஒற்றைத் திசை நெகிழ்வகை, இருதிசை இறுகிய வகை எனப் பகுக்கப்படும். இரட்டைக் கம்பி வட அமைப்பில் முதல் வகை மறு ஒலிப்பான் பயன்படுகிறது. இரண்டு கம்பி வடங்களும் ஒரே திசையில் செயல்படும் பெருக்கி ஒரு வளையக்கூடிய உறைக்குள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். எனவே கடலடித் தரையில் கம்பி வடங்களைப் பதிக்கும் கப்பல்களில் உள்ள உருளைகளில் கம்பி வடத்துடன் சேர்த்து அவற்றைச் சுற்றிவைக்க முடிகிறது. இறுகிய வகை மறு ஒலிப்பான் ஒற்றைக் கம்பி வட அமைப்பில் இரு திசைச் செயல்பாட்டை நிகழ்த்தும். அது உறுதியாக எஃகு உறைக்குள் அமைந்திருக்கும். அதைக் கடலடிக் கம்பி வடத்தில் பொருத்தத் தனிக் கருவி தேவைப்படும்.

நீண்ட காலம் பயன்படும் வகையில் ஐமுனையங்கள் எலெக்ட்ரான் குழல்களாகச் செயல்படுகின்றன. கம்பி வடத்தின் மூலம் செலுத்தப்படும் நேர் மின்னோட்டத்தினால் அவற்றுக்குத் தேவையான ஆற்றல் அளிக்கப்படுகிறது.

இறுகிய வகை மறு ஒலிப்பான்கள் 40 கி.மீ. இடைவெளிகளில் பொருத்தப்படுகின்றன. அவை 60 சைகை தடங்கள் வரை அளிக்கின்றன. அவை இரண்டு திசைகளிலும் பெருக்கம் செய்யக்கூடிய மூன்று கட்டப் பெருக்கிகளைக் கொண்டவை. இவ்வமைப்பில் உள்ள இரண்டு பெருக்கிகளும் ஒரு பொதுவான பின்னூட்டச் சுற்றுடன் இணையாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் ஏதேனும் ஒரு பெருக்கி பழுதடைந்தாலும் மொத்த வருவாயில் குறைவு ஏற்படாது.

கம்பி வடத்தில் நன்கு பாதுகாக்கப்பட்ட ஓரச்சுக் கம்பிகளின் மையத்தில் அரைக்கால் அங்குலம் தடிமன் உள்ள செம்புக் கம்பியும் அதன் மேல் ஒரு பாலிஎத்திலீன் உறையும் அதன் மேல் செம்புப் பட்டைகளும் சுற்றப் பட்டுள்ளன. அவற்றுக்கு மேல் மீண்டும் ஒரு பாலி எத்திலீன் உறை அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அதற்கு வெளியில் ஆறு மெல்லிய செம்புக் கம்பிப் பட்டைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவை திரும்பி வரும் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தித் தரைக்கு அனுப்பும். அதற்கு மேல் சணல், பருத்தி ஆகியவற்றினாலான உறைகளும், வலிவூட்டும் எஃகுக் கவசக் கம்பிகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை கம்பி வடத்தை நீரின் அழுத்தம், அரிப்பு, விபத்து ஆகியவற்றிலிருந்து பாதுகாக்கின்றன.

மறு ஒலிப்பான்களின் உதவியால் தொலைபேசித் தொடர்புகளின் எண்ணிக்கை மிகுதி. நேர ஒதுக்கீட்டுப் பேச்சு இடைச் செருகல் (time assignment speech interpolation) என்னும் உத்தியில் ஒரு சுற்றின் மூலம் ஒரு திசையில் செய்திகள் போய்க்கொண்டிருக்கும் போதே எதிர்த் திசையில் பிறிதொருவரின் பேச்சுச் சைகைகளும் அனுப்பப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஒரு கம்பி வடத்தின் செய்தித் தடங்களின் எண்ணிக்கை இரு மடங்காக உயர்த்தப்பட்டிருக்கிறது.

தொலைபேசித் தகவல் சேவை. தேவையான தொலைபேசி எண்கள் நேரம், காலநிலை போன்ற விவரங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைபேசியின் மூலம் பெற இச்சேவை உதவும். தகுந்த துறைகளிலிருந்து இத்தகைய விவரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டுத் தானியங்கிக் கருவிகள் மூலம் வெளியிடப்படுகின்றன. விவரங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களை உடனுக்குடன் பதிவு செய்து, விவரங்களைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளத் தானியங்கிக் கணிப்பொறிகள் உதவும். செய்தி, புகைவண்டி மற்றும் விமானக் கால அட்டவணை, பொழுதுபோக்குத் தகவல்கள், மருத்துவ ஆலோசனை, மதச் செய்தி போன்றவற்றையும் இச்சேவை மூலம் பெற வசதிகள் உள்ளன.

அழைப்புப் பதிவு அமைப்பு. தொலைபேசியின் மூலம் அழைக்கும்போது எதிர் முனையில் பேச வேண்டியவர் இராவிடில் தெரிவிக்க வேண்டிய தகவலைப் பதிவு செய்து கொண்டு பின் அவர் திரும்பியவுடன் அதை ஒலிபரப்புகிற கருவியமைப்புகள், அழைப்புப் பதிவு அமைப்புகள் எனப்படுகின்றன. இதில் செயலாளி அமைப்பு, விடையளிப்பு அமைப்பு என இருவகையுண்டு.

(i) **செயலாளி அமைப்பு.** ஆளியக்குந் தனியார் கிளை இணைப்பகங்களில் உள்ளவாறே இணைப்பு முனைப்

பலகைகள் இதில் இருக்கும். அத்துடன் செயலாளிப் பணிக்கேற்ற சில கூடுதலான கூறுகளும் இருக்கும். சந்தா கட்டும் வாடிக்கையாளர்களுக்கான இணைப்புப் பாதைகள் செருகுமுனை மற்றும் விளக்குகளைக் கொண்டு முடியும். செயலாளி இணைப்பு முனைப் பலகைகளுக்கு வரும் இணைப்புப் பாதைகள் மைய அலுவலகத்தில் சந்தாதாரரின் தொலைபேசிக் கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒரு தொலைபேசிக்கு அழைப்பு வருகையில் சில நிமிடங்களுக்கு மணியடித்த பிறகும் அழைக்கப்பட்டவர் தொலைபேசியை எடுத்துப் பேசவில்லையெனில் இணைப்புப் பலகைப் பணியாளர் தன் கருவியை இணைத்து அழைத்த வருடன் பேசுவார். அழைத்தவர் தான் சொல்ல விரும்பிய செய்தியைப் பணியாளரிடம் கூறலாம். பின்னர் அழைக்கப் பட்டவர் தன் இருப்பிடத்தை அடைந்த பிறகு பணியாளரை அழைத்துச் செய்தியைக் கேட்டுக் கொள்வார்.

(ii) விடையளிப்புக் கருவிகள். இவை சந்தாதாரரின் தொலைபேசியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் தானியங்கிக் கருவிகள் ஆகும். அவருக்கு அழைப்பு வரும்போது அவர் அண்மையில் இராவிடில் முன் கூட்டியே பதிவு செய்யப்பட்ட ஒரு விடையை அழைப்பவருக்கு அளிக்கும். இப்போது வீட்டில் இல்லை. மாலை நான்கு மணிக்கு மீண்டும் தொடர்பு கொள்ளவும் என்பன வழக்கமான விடையாகும். சில கருவிகளில் அழைப்பவர் சொல்கிற செய்தி, பதிவு செய்துகொள்ளும் கருவியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

தனியார் தடத் தொலைபேசிச் சேவை. ஒரு தொலைபேசி நேரடியாகப் பிற தொலைபேசிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பது இச்சேவையின் முதன்மைப் பணியாகும். ஒரு வளாகத்திற்குள் அமைந்த அலுவல கங்களில் இத்தகைய அமைப்பு நிறுவப்படுகிறது. செய்திப் போக்குவரத்து மிகுந்திருக்கும் அலுவலகங்களில் இம்முறை சிக்கனமானது.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைபேசித் தனியார் கிளை இணைப்பகம்

ஓர் அலுவலகத்தில் பல தொலைபேசிகள் பயன்படுத்தப்படும் நிலையில் வெளியிலிருந்து வரும் தொலைபேசி அழைப் புகளை அதற்குரிய தொலைபேசிக்கு அனுப்புவதற்காக அலுவலகக் கட்டடத்திற்குள் இணைப்பு முனைப் பலகைகளும், சார்ந்த பிற கருவிகளும் நிறுவப்பட்டிருக்கும். இந்த அமைப்பு தனியார்க்கிளை இணைப்பகம் (private branch exchange) எனப்படும். இது அலுவலகத்திற் குள்ளேயே இருக்கும் இரண்டு தொலைபேசிகளுக்கு இடை யிலும், வெளியிலிருந்து அழைக்கும் ஒரு தொலைபேசிக்கும் அலுவலகத்தில் உள்ள ஏதாவது ஒரு தொலைபேசிக்கும் உள்நாட்டிலோ, வெளிநாட்டிலோ உள்ள ஒரு தொலை பேசிக்கு இடையிலும் இணைப்பு ஏற்படுத்திக் கொடுக்க வல்லது. ஒரு வாடிக்கையாளர் இரண்டு வெவ்வேறு அலுவலகங்களை வைத்திருந்தால் அவற்றில் அமைந்துள்ள தனியார்க்கிளை இணைப்பகங்களுக்கு இடையிலும் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்ள முடியும்.

கிளை இணைப்பகங்கள் ஆளியக்கு முறையிலும் தானியங்கு முறையிலும் செயல்படும். ஆளியக்கு வகையில் ஒரு பணியாளர், இணைப்பு முனைப் பலகையின் முன் அமர்ந்து தேவையான இணைப்புகளைச் செய்கிறார்.

கதிர்வீச்சு அலைகளைப் பயன்படுத்துகிற ஆளியக்கு கிளை இணைப்பகத்தில் பணியாளர் சாவிகளைக் கொண்டு அஞ்சல் கருவிகளை (relay) இயக்குவார். பணியாளர் எளிய தொலைபேசிக் கருவி அல்லது தலையில் அணிகிற காதொலியங்களைப் பயன்படுத்தி அழைப்பவரின் செய்தியைக் கேட்டு அதன்படி இணைப்புக் கொடுப்பார். மின்னோட்டக் கம்பிச் சுற்றுகள் மூலம் இயங்குகிற கிளை இணைப்பகங்களின் இணைப்பு முனைப் பலகைகளில் செருகு முனைகள் மூலம் இணைப்புத் தரப்படுகிறது.

கிளை இணைப்பகத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பணியாளர்கள் பணிபுரியும்போது ஒவ்வொரு கிளைத் தொலைபேசியும் இணைப்பக இணைப்பும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட செருகு முனைகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். செருகு முனைகளை எடுத்து இணைப்புக் கொடுப்பர்.

எண் சுழற்று வகைக் கிளை இணைப்பகம். இவ்வகையில் அனைத்துக் கிளைத் தொலைபேசிகளிலும் எண் வட்டம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். எண்களைச் சுழற்றித் தேவையான தொலைபேசியுடன் தொடர்பு கொள்ள முடியும். மின் கருவி அல்லது வேறு வகையான தொலை இணைப்புக் கருவி, இணைப்புகளை ஏற்படுத்திக் கொடுக்கும் அவசர காலச் செயல்பாட்டுக்காக ஆளியக்கு இணைப்பு முனைப் பலகையும் பெரும்பாலான எண் சுழற்றுங் கிளை இணைப்பகங்களில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கிளை இணைப்பகங்களுக்குத் தேவையான ஆற்றலை அளிக்க மின் சேமக்கல அடுக்கு, மின்னேற்றுவதற்கான மின்னாக்கி,, திருத்தி ஆகியவற்றின் இருப்பிடம் அலுவலகக் கட்டடத்திற்குள்ளேயே அமைந்திருக்கும். அஞ்சல் கருவி, எண் சுழற்றி இணைப்பி, விசைப் பலகை விளக்கு ஆகியவற்றுக்குத் தேவையான நேர் மின்னோட்டம் சேமக்கல அடுக்குகளிலிருந்து பெறப்படுகிறது. மணியடிப்பதற்குத் தேவையான அலைவு மின்னோட்டம் ஒரு தனிப்பட்ட அலைவு மின்னாக்கியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. சிறிய தனியார்க் கிளை இணைப்பகங்கள் தமக்கு வேண்டிய மின்னாற்றலை நேரடியாக மைய அலுவலகத்திலிருந்தும் பெறுவதுண்டு.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைபேசியியல்

மின்னலைகளைப் பயன்படுத்தி ஓரிடத்திலிருந்து பேச்சொலியைத் தொலைவிலுள்ள மற்றோரிடத்துக்கு அனுப்புவது தொலைபேசியியல் (telephony) எனப்படுகிறது. தொலைபேசிச் செய்தித் தொடர்பு அமைப்பில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. அவை ஒலி ஆற்றலை மின்னலைகளாகவும், மின்னலைகளை ஒலியாற்றலாகவும் மாற்றுகிற தொலைபேசிக் கருவிகள், குலைவு அல்லது நலிவு இன்றி மின் அலைகளைப் பெருந்தொலைவுக்கு அனுப்புகிற மின்கடத்துக் கம்பிகள், இரண்டு தொலைபேசிகளுக்கு இடையில் தொடர்பு ஏற்படுத்தித் தரும் இணைப்பு மாற்றி அமைப்புகள் (switching systems) என்பன.

1876 இல் அலக்சாந்தர் கிரஹாம் பெல் என்பார் தொலைபேசியைக் கண்டுபிடித்தார். அவர் உருவாக்கிய கருவி செய்தியை அனுப்பவும், செய்தியை வாங்கவும் ஒரே குழாயைப் பெற்றிருந்தது. அதில் ஒரு மெல்லிய இரும்புத் தகடு, ஒரு நிலைக்காந்தம், ஒரு மின் சுருள் ஆகியவை இருந்தன. ஒலி அலைகள் திரையில் பட்டு அதை அதிர்வுறச் செய்தன. இதனால் காந்தப்புல வலிவில் ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்பட்டன. இதன் விளைவாக மின்சுருளில் மின்னோட்டம் தோன்றியது. இம்மின்னோட்டம் மறு முனையில் உள்ள குழாயில் காந்தப்புல வேறுபாடுகளை உண்டாக்கியது. எனவே, அதிலுள்ள இரும்புத்திரை ஒலி அலைகளை உண்டாக்கியது. பிற்காலத்தில் பேசுவதற்கும், கேட்பதற்கும் தனித்தனியான, வேறுபட்ட அமைப்புகளுள்ள உறுப்புகளைக் கொண்ட தொலைபேசிக் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டன. இதனால் பேச்சுக் குலைவு அல்லது நலிவு இன்றிக் கேட்கப்பட்டது.

தொலைபேசிகளின் எண்ணிக்கை பெருகியதும், 1878 ஆம் ஆண்டில் இணைப்பு மாற்றிப் பலகை அமைப்பு (switch board) உருவாக்கப்பட்டது. இம்முறையில் ஒரு மைய மாற்றிப் பலகை ஒவ்வொரு தொலைபேசியையும் நிலையத்துடன் இணைத்தது. இதனால் தொலைபேசி மின் கம்பித் தொடர்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பெரிதும் குறைக்க முடிந்தது.

1889இல் தானியங்கி இணைப்புத் தொலைபேசிகள் உருவாக்கப்பட்டன. அதற்கான கருவியமைப்பை ஆல்மன் பிஸ்ட்ரோஜர் என்பார் உருவாக்கினார். தொலைபேசிக் கருவியிலுள்ள துளையிட்ட ஒரு வட்டத் தகட்டைச் சுழற்றுவதன் மூலம், தேவையான தொலைபேசியுடன், இணைப்பாளரின் தலையீடின்றித் தொடர்புகொள்ள முடிந்தது. தொலைபேசி அமைப்புகள் மேலும் மேலும் முன்னேறின. கணிப்பொறிகளில் பயன்படும் நினைவகங்களும், தருக்கச் செயல் தத்துவங்களும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. லட்சக் கணக்கான தொலைபேசிகள் உள்ளபோது அவற்றில் ஏதாவது இரண்டு தொலைபேசிகளை இணைக்க அழைக்கப்படும் எண்ணை நினைவு வைத்துக்கொண்டு அதனுடன் தொடர்பை ஏற்படுத்துவதற்கான நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ள நினைவகங்கள் பயன்படுகின்றன. இரண்டு தொலைபேசிகளை விரைவாக இணைக்கப் பல்வேறு சாத்தியக் கூறுகளை ஆராய்ந்து சிறந்த செயல்பாட்டைத் தேர்ந்தெடுத்து இணைப்புத் தருக்கச் செயல்பாட்டுத் தத்துவங்கள் பயன்படுகின்றன.

இரு நாடுகளுக்கிடையிலான தொலைபேசித் தொடர்புக்குத் தரைவழிக் கம்பி அமைப்புகள், வானொலி அஞ்சல் அமைப்புகள் ஆகிய இரண்டுமே பயன்படுகின்றன. தொலைபேசித் தொடர்புகளில் கடலடித் தந்திக் கம்பிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நாடுகளுக்கிடையில் ஒத்துழைப்பை உண்டாக்க 1865இல் அனைத்து நாட்டுத் தொலைத்தொடர்பு ஒன்றியம் (International Telecommunication Union) என்னும் அமைப்பு நிறுவப்பட்டது. இவ்வமைப்பு இப்போது ஐக்கிய நாடுகள் சபையின் உறுப்பாக இயங்குகிறது. அனைத்து நாட்டுத் தொலைபேசி மற்றும் தொலைவரி அறிவுரைக்குழு (International Telephone and Telegraph Advisory Committee), அனைத்து நாட்டு வானொலி அறிவுரைக் குழு (International Radio Advisory Committee) என்னும் இரண்டு உறுப்புகள் தொழில்நுட்ப அறிவுரைப் பணிகளை மேற்கொள்கின்றன. செய்தித் தொடர்புகளை ஏற்படுத்திக் கொள்ள வசதி ஏற்பட்டிருக்கிறது. தொலைபேசி வசதிகளைச் செலவு குறைந்தவையாகச் செய்யவும், நம்பகத் தன்மையை மேம்படுத்தவும் தொடர்ந்து ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலை வரியியல்

மின் சைகைத் துடிப்புகளைப் பயன்படுத்திச் செய்திகளைப் பரிமாற்றிக் கொள்கிற ஒரு முறை தொலைவரியியல் (telegraphy) எனப்படுகிறது. தொலைவரிச் சைகைகள் தரைக்கு மேலாக அல்லது தரைக்கு அடியில் அமைந்த கம்பிகள், கடலடித் தந்தி வடங்கள், வானொலி ஆகியவற்றின் மூலமாக அனுப்பப்படுகின்றன. செய்தித் தொடர்புக்கான தொலைவரி அமைப்புகள் ஒரு சிறு நெடுக்க அதிர்வெண் பட்டையைப் பயன்படுத்திச் சைகைகளை அனுப்புகின்றன. எந்திரச் செயல்பாடுகளுக்கு ஏற்ற வகையில் சைகைப் பரப்பு வீதம் அமைக்கப்படுகிறது.

சாமுவேல் மார்ஸ் என்பார் வடிவமைத்த தொடக்க காலத் தொலைவரிக் கருவியில் ஓர் அலைப்பரப்பு எந்திரமும் ஏற்பி அல்லது பதிவு எந்திரமும் இருந்தன. கையால் இயக்கப்படுகிற சாவிகளையும், ஒலியெழுப்பும் ஏற்பிகளையும்

பயன்படுத்தி விரைவாகச் செய்திகளை அனுப்பவும் பெறவும் கூடிய திறமையைத் தொலைவரியை இயக்குபவர்கள் விரைவாக வளர்த்துக் கொண்டனர். அதன் பின்னர் தொலைவரி அனுப்புதலும், பெறுதலும் மனித உதவி தேவைப்படாதவையாக ஆயின.

பொது மக்கள் உள்ளூருக்குள்ளும், வெளிநாடுகளுக்கும் செய்திகளைத் தொலைவரி முறையில் அனுப்பும் வசதிகளை அரசு அல்லது தனியாரால் நடத்தப்படுகிற நிறுவனங்கள் அளிக்கின்றன. செய்தி நிறுவனங்கள் செய்திகளை அனுப்பவும், வணிகப் பொருள்கள் மற்றும் பங்குச் சான்றிதழ்கள் (securities), வணிகச் சரக்குகள் (commodities) ஆகியவற்றின் அங்காடி விலைகளைப் பற்றிய தகவல்களைப் பரப்பவும், வணிக நிறுவனத்தின் உற்பத்திப் பிரிவு, விற்பனைப் பிரிவு, நிர்வாகப் பிரிவு போன்றவற்றிற்கிடையில் தகவல் பரிமாற்றம் செய்துகொள்ளவும் தனி வகையான தொலைவரி அமைப்புகள் உதவுகின்றன. நகராட்சியினர், தீயணைப்புத் துறையினர், காவல் துறையினர் போன்றோர் தனிப்பட்ட தொலைவரி அமைப்பைப் பயன்படுத்துகின்றனர். தற்காப்புப் படையினர் நிலையான மற்றும் இடம் விட்டு இடம் பெயரும் தொலைவரி அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

தொலைவரிச் சங்கேதங்கள். மனிதரால் இயக்கப்படும் அமைப்புகளில் எழுத்துகள் சிறுபுள்ளிகளாலும், நீண்ட கோடுகளாலும் குறிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய சங்கேத முறையை (code) மோர்ஸ் என்பார் உருவாக்கினார். அவர் உருவாக்கிய சங்கேத முறையில் வெவ்வேறு நீளமுள்ள கோடுகள் இருந்தன. இச்சங்கேத முறை அமெரிக்காவிலும், கனடாவிலும் தரைவழித் தொலைவரி அமைப்புகளில் பயன்படுகிறது. ஐரோப்பிய அமைப்புகள் ஒரே நீளமுள்ள கோடுகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. கடலடித் தந்தி அமைப்புகளில் புள்ளிகளும் கோடுகளும் ஒரே அளவுடையனவாக இருந்தமையால் அவற்றை வேறுபடுத்த எதிரெதிர் முனை கொண்ட மின் சைகைகள் பயன்படுகின்றன.

தானாக அச்சிடும் தொலைவரி அமைப்புகளில் பெரும்பாலானவை ஒவ்வோர் எழுத்து அல்லது குறியீட்டுக்கும், சம இடைவெளிகளில் அமைந்த ஐந்து சைகைகளைப் பயன்படுத்திக் காகித நீள் பட்டைகளில் துளையிடுகின்றன. எந்திரங்கள் சங்கேதங்களைத் தாமாகவே புரிந்துகொண்டு மொழிபெயர்க்கின்றன.

தொலைவரிச் சுற்று அமைப்புகளும் கருவிகளும். ஒரு வேளையில் ஒரு திசையில் மட்டும் செய்தி அனுப்பும் அமைப்பு ஒற்றைச் சுற்று அமைப்பு (single circuit) எனப்படும். இரண்டு திசைகளிலும் ஒரே வேளையில் செய்திகளை அனுப்பவும் வாங்கவும் கூடிய அமைப்பு இரட்டைச்சுற்று அமைப்பு (duplex circuit) எனப்படும். பன்மைச் சுற்று (multiplex) அமைப்புகள் ஒரே வேளையில் பல அலைவழிகளில் செய்திகளை அனுப்பவும் வாங்கவும் செய்யும். ஊர்தி மின்னோட்ட (carrier current) உத்திகளைப் பயன்படுத்தி ஒரே கம்பி, கம்பிவடம் அல்லது வானொலி அமைப்பின் வழியாக ஒரே சமயத்தில் பல அலைவழிகளில் செய்திகளை அனுப்பவும் முடிகிறது.

தானியங்கிச் செய்தி அனுப்புதலில், ஓர் அலுவலர் தட்டச்சுப் பொறியிலுள்ளதைப் போன்ற எழுத்துப்பலகையை இயக்கி ஒரு காகித நாடாவில் துளையிடுகிறார். அந்த நாடா ஒரு மின் எந்திர அல்லது ஒளிமின்கல நாடாப் படிப்பி (photocell tape reader) மூலம் செலுத்தப்படுகிறது. அப்போது மின்சங்கேதங்கள் உண்டாக்கப்பட்டுக் கம்பிகள் மூலமாகவோ வானொலி மூலமாகவோ பரப்பப்படுகின்றன. மறுமுனையில் அந்தச் சங்கேதங்கள் ஓர் ஏற்பியால் வாங்கப்பட்டு, இன்னொரு நாடாவில் துளைகளாக இடப்படுகின்றன அல்லது எழுத்துகளாக அச்சிடப்படுகின்றன.

செய்தியை அனுப்பும் முனையிலும் வாங்கும் முனையிலும் தொலைத் தட்டச்சுக் கருவிகளே அமைந்திருப்பதும் உண்டு. இத்தகைய அமைப்புகள் ஓர் ஐந்தலகு சங்கேதத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன. அவற்றில் எழுத்துப்பலகையும், அச்சிடும் கருவியும் ஒரே அமைப்பாக இருக்கும். செய்தி அனுப்பும் முனையில் தட்டச்சுச் செய்யப்படும் செய்திகள், செய்தி வாங்கும் முனையில் தட்டச்சுச் செய்யப்பட்டு வெளிவரும். பெரிய வணிக நிறுவனங்கள் செய்திகளை அனுப்பவும் வாங்கவும் இத்தகைய தொலை அச்சு அமைப்புகளைப் (tele printer) பயன்படுத்துகின்றன. அச்சிடப்பட்ட எழுத்துகள் அல்லது படங்களை அனுப்பும் தொலை நகல் (facsimile) அமைப்புகளும் இக்காலத்தில் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன.

செய்திச்சேவை அமைப்புகள். செய்திகளை அனுப்பவும் வாங்கவும் கூடிய ஒவ்வொரு மையமும் நாடு முழுவதிலும் உள்ள பிற மையங்களுடன் கம்பிகள் மூலமாகவும், வானொலி அஞ்சல் மூலமாகவும் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இத்தகைய வலையமைப்புகளை அரசுத் துறை அல்லது தனியார் அமைத்து இயக்குகின்றனர். அவை உலகம் முழுவதிலும் உள்ள தொலைத் தகவல் தொடர்பு அமைப்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். தொலைபேசி மூலம் தனிமனிதருக்கும், நிறுவனங்களுக்கும் தந்திச் செய்திகள் தெரிவிக்கப்படுவதும், ஏவலர் மூலம் நேரில் செய்திகள் கொடுக்கப்படுவதும் தொலைவரி நிறுவனங்களின் கூடுதலான சேவையாகும்.

அயல்நாடுகளுடன் செய்தித்தொடர்பு கொள்வது கேபிள்கிராம் எனவும் ரேடியோகிராம் எனவும் குறிப்பிடப்படுகிறது. வானொலி வழித் தந்திகள் பெரும்பாலும் இரண்டு நாடுகளுக்கிடையிலான நேரடி இணைப்பின் மூலம்

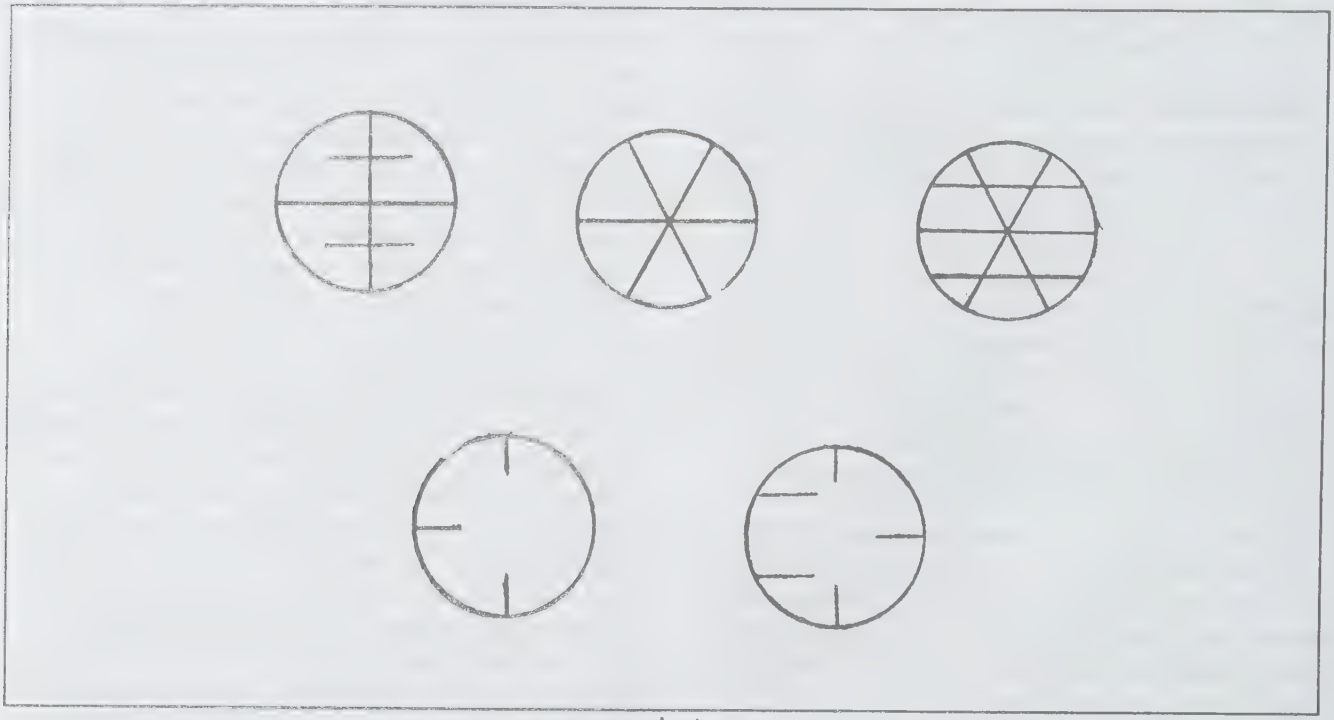
அனுப்பப்படுகின்றன. வானொலித் தந்தி அனுப்பிகள் அதிர்வெண் பண்பேற்றம் அல்லது வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்த அலைகளை அனுப்புகின்றன. இவை அயனி மண்டலத்துக்கும் புவிப் பரப்புக்குமாகப் பலமுறை எதிர்பலிக்கப்பட்டுப் பரவுகின்றன. அயனி மண்டலம் பகல், இரவு, பருவம், சூரியப்புள்ளிகள் போன்ற பல்வேறு காரணங்களால் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். அதனால் செய்தியனுப்புவதற்கான அலையில் அதிர்வெண்ணையும் அவ்வப்போது மாற்றிக்கொண்டே இருக்க வேண்டும். செய்திகளை வாங்கப் பல வகையான உணர் சட்டங்கள் (antennas) வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன.

கடலடித் தந்தி வடம். 1858 ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலாக ஐரோப்பாவும் வட அமெரிக்காவும் கடலடித் தந்தி மூலம் செய்திகளைப் பரிமாறிக் கொள்ளத் தொடங்கின. தொடக்க காலக் கடலடித் தந்தி வடங்களில் செப்புத்தகடுகளால் மூடப்பட்ட ஏழு செப்புக்கம்பிகள் இருந்தன. பிற்காலத்தில் செம்பிற்கு பதில் பெர்மல்லாய் (permalloy) என்னும் உலோகக் கலவையால் செய்யப்பட்ட கம்பிவடங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுக் கடலடித் தந்தி அமைப்பின் செயல்திறனைப் பன்மடங்கு உயர்த்தின. மிகு செயல்திறன் வாய்ந்த மற்றும் நீண்ட நாள் உழைக்கக்கூடிய அஞ்சல் கருவிகளும் மீண்டொலிப்பிகளும் (repeaters) கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அவற்றின் செயல்திறன் மேலும் உயர்த்தப்பட்டுள்ளது.

- கே.என். இராமசந்திரன்

தொலைவளவி

நில அளவியல் முறையில் அளவீடு செய்யும்போது பொதுவாக அளவீட்டுச் சங்கிலிகளும், நாடாக்களும் பயன்படுகின்றன. அவற்றைப் பயன்படுத்த இயலாதபோது தொலைவு அளவிகள் தேவைப்படுகின்றன. இம்முறையில் தியோடோலைட் என்னும் தொலை நோக்கு கொண்ட கோண அளக்கைக் கருவியுடன் மரத்தாலான அளவுகோல் பயன்படுகிறது. கோண அளவீடுகளுடன், தொலைவு அளவீடுகளும் கிடைக்கப் பெற்றால் தொலைவுகளையும், உயரங்களையும் எளிதில் கணக்கிட முடியும். தியோடோலைட் (theodolite) என்னும் கருவியில் தொலைநோக்கி ஒன்று இன்றியமையாப் பகுதியாக இருக்கும். இத்தொலை நோக்கியின் குவியத் தொலைவைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றி அமைக்க ஒரு திருகு இணைக்கப் பட்டிருக்கும். தொலைநோக்கியின் இரண்டு ஆடிகளுக்கும் இடையில் தொலைவளவி இடைத்திரை ஒன்று இருக்கும். இடைத்திரை எனப்படுவது ஆடியினை நான்கு சமபகுதிகளாகப் பங்கிட்டுக் காட்டும் மயிரிழைகளைக் கொண்டது. தொலைவு அளவி மயிரிழைகள் இடைத் திரையின் மையத்திலிருந்து தொலைவில் அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இவை தொலைவு அளவிக் கோடுகள், தொலைவு அளவி நெசவு, தொலைவு அளவிப் புள்ளிகள் எனப்படுகின்றன. சாதாரணத் தொலைவு அளவி இடைத் திரைகள் படம் 1 இல் உள்ளவாறு காணப்படும்.



படம் 1.

1. பொருள் வில்லை. 2. நிழற் குழாய். 3. தடைகள். 4. குவியத் திருகு. 5. சக்கரம். 6. பல். 7. திரை. 8. திரைத் திருகுகள். 9. கண்வில்லை.

மேலும் தொலைவு அளவி அளவுகோல் என்னும் ஒரு கருவியும் உண்டு. இது ஒரே அளவுகோலாக இருந்த போதிலும் கையாள வசதியாக, மடக்குவதற்கு ஏற்ற முறையிலோ அதனுள்ளேயே ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக நுழைந்து கொள்ளும் முறையிலோ அமைந்திருக்கும். இது 5 - 15 செ.மீ. அகலமும் 4 மீ. உயரமும் உள்ளது. 1 செ.மீ. வரை நுண் அளவுகள் பிரித்துக் குறிக்கப்பட்டு இருக்கும். அளவுக் குறியீடுகள் எளிமையாகவும் தெளிவாகவும் காணப்படும். தொலைவு அளவி அளவுகோல், தியோடோலைட் ஆகிய இரண்டையும் பயன்படுத்திப் புவியில் இயற்கையாக உள்ள மேடு பள்ளங்களில் அளவுகளை அளக்க முடியும். ஏறத்தாழ 300 மீ. தொலைவிற்கு அளக்க இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

அளவீடுகள் செய்யும்போது தொலைவு அளவி மயிரிழைகள் இன்றியமையாதவை. கிடைமட்டத் தொலைவை அளக்கும் முறைகள் இருவகைப்படும். ஒரு முறையில் தொலைவு அளவி மயிரிழைகளுக்கிடையே உள்ள தொலைவு மாறாமல் நிலையாக இருக்கும். தொலை நோக்கியின் வழியே அளவுகோலைப் பார்க்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீளத்தை மயிரிழைகளுக்கிடையில் காண முடியும். இந்த இடைப்பட்ட நீளத்தைக் கணக்கிட்டு அதன்மூலம் தொலை நோக்கிக்கும் அளவுகோலுக்கும் இடையே உள்ள கிடைமட்டத் தொலைவைக் கணக்கிட முடியும். தொலைநோக்கி வழியே காணும்போது (படம் 2) தொலை அளவி மயிரிழைகளின் புலத்தில் அளவுகோலின் காட்சியைப் காட்டுகிறது. தொலை அளவி மயிரிழைகளுக்கிடையே காணப்படும் அளவுகோல் தொலைவை ஒரு நிலையெண்ணால் பெருக்க, கிடைத்தொலைவு கிடைக்கும். பெரும்பாலான அளவுக் கருவிகள் இந்நிலையெண் 100 ஆக இருக்குமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

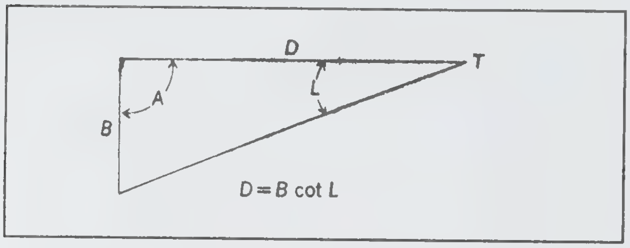
- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

தொலைவு காணி (ஒளியியல்)

இது ஒரு பொருளின் தொலைவை அளப்பதற்கான ஓர் ஒளியியற் கருவியாகும். கருவியிலிருந்து ஒரு பொருள் அல்லது ஒரு குறி இலக்கின் தொலைவை அளவிட இது பயன்படுகிறது. குறி இலக்கிலிருந்து வரும் ஒளி கருவியிலுள்ள, ஒன்றுக்கொன்று இடைவெளி உள்ள இரு துளைகள் வழியே நுழைகிறது. இரு சன்னல்களுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி தொலைவு காணியின் (range finder) அடி நீளம் எனப்படும். குறி இலக்கோடு ஒவ்வொரு சன்னலையும் நேராக இணைக்கும் இரு நேர் கோடுகள் தொலைவு காணியின் அடிநீளம் ஆகிய மூன்று பக்கங்களைக் கொண்ட ஒரு முக்கோணத்தின் கோணங்களைக்

கண்டுபிடிக்கப் பயன்படும் ஒரு கருவியாகவே தொலைவு காணி செயல்படுகிறது. அனைத்துத் தொலைவு காணிகளையும் ஒன்றிப்பு மற்றும் திட்பக்காட்சி அமைவு என இரு வகைப்படுத்தலாம்.

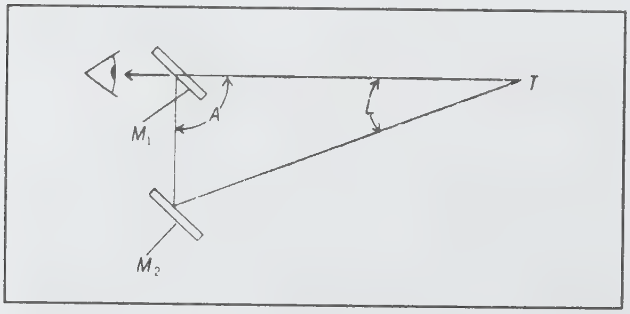
ஒன்றிப்புத் தொலைவு காணி. இவ்வகைக் கருவியின் ஒற்றைக் கண்ணருகு வில்லையில், ஒரு கண் கொண்டு நோக்கும்போது காணும் பொருளின் இரு தோற்றுருக்கள் அல்லது மேலும் கீழாக உள்ள அதன் இரு பகுதித் தோற்றுருக்கள், பார்வைப் புலத்தில் அமைய இக்கருவி பயன்படுகிறது. இவ்விரு தோற்றுருக் களையும் ஒப்பிடும் வகையில் அல்லது ஒன்றிப்புச் செய்யும் வகையில் கருவியைக் கைவினையாற்றலாம். இவ்வகைக் கருவி, எளிய வகையில் ஒளிப்படப்பெட்டிகளிலும் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் பெறப்படும் தொலைவு முக்கோணம் படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1. தொலைவு முக்கோணம்

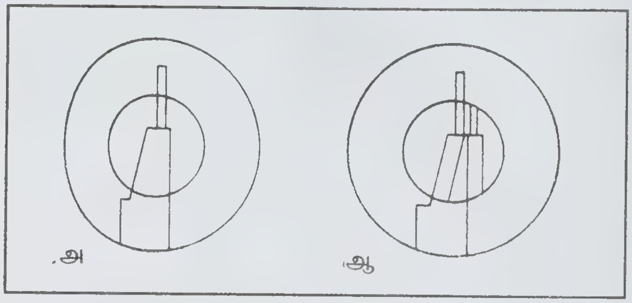
B என்பது அடி நீளத்தையும் 'D' தொலைவையும், A நேர்கோணத்தையும், L குறி இலக்கில் ஏற்படும் குவி கோணத்தையும் காட்டும்.

இவற்றை இணைக்கும் சமன்பாடு D=B cot L எனத் தருவிக்கப்படும்.



படம். 2 எளிய ஒன்றிப்புத் தொலைவு காணி

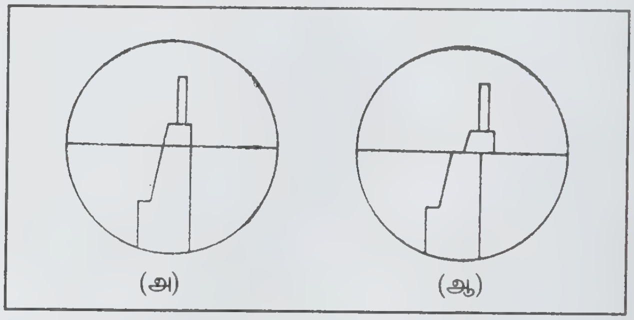
படம் 2இல் கருவியின் அடிப்படை ஒளியியல் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. M_1 என்பது ஒளி புகு ஆடி: M_2 என்பது எதிரொளிப்பு ஆடி ஆகும். காணும் பொருள் (படம் 3. அ) குறி இலக்கின் தோற்றுருக்களில் ஒன்றிப்பு ஏற்படும்போது அல்லது குறி இலக்கினை இரு வழியாகப் பார்க்கும்போது ஒரே இடத்தில் தோற்றுருக்கள் அமைந்து ஒன்றாகத் தெரியும்போது, சிறு தொலைவு காணியின் இச்சமன்பாடு பொருந்தும். தொலைவு காணிகளில் ஆடி M_2ஐ மெல்லச் சுழற்றித் தோற்றுருக்களின் ஒன்றிப்பை எளிதாக அடைய முடியும். ஆடி M2ஐச் சுழற்றாமலும் ஒன்றிப்பினை அடையும் வகையில் தொலைவு காணிகள் உள்ளன.



படம் 3. மேலொருங்கிய புலத் தொலைவு காணியில் தோற்றம்

(அ) ஒன்றிப்பு நிலையில் தோற்றுரு
(ஆ) பொருந்தா நிலையில் தோற்றுரு

படம் 3 அ, ஆ, பார்வைப்புலம் தோற்றுருவுடன் ஒன்றன் மேல் ஒன்று விழும்படியான அமைப்பைக் காட்டும்.

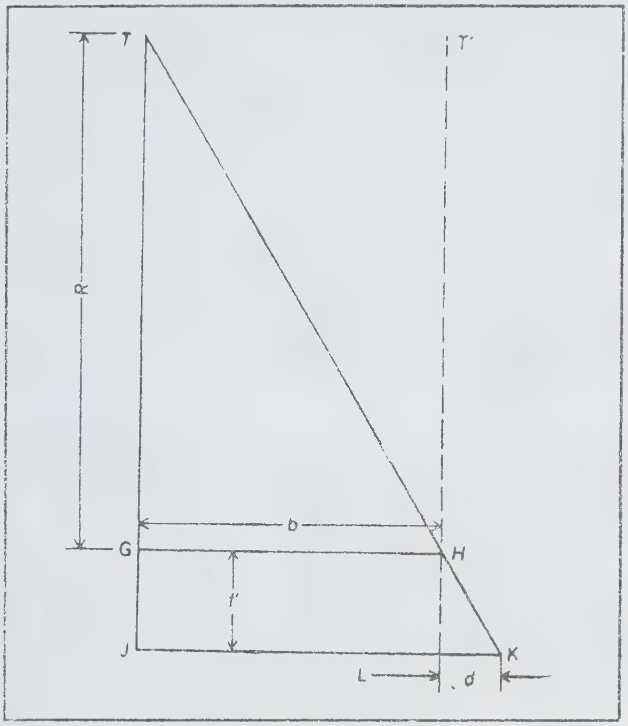


படம் 4. பிரிப்பு - புலத் தொலைவு காணியில் தோற்றம்.

(அ) பொருந்திய நிலையில் தோற்றுரு
(ஆ) பொருந்தா நிலையில் தோற்றுரு

ஒளிப்படப் பெட்டித் தொலைவு காணி. இவ்வகைத் தொலைவு காணிகளில் தோற்றுரு உருப்பெருக்கம் 0.5 - 2.5 ஆகவும் கருவி அடிநீளம் 25 - 7 மி.மீ. ஆகவும் அமையும். குறைவான உருப்பெருக்கம் கொண்டவை, ஒரே கண்ணருகுவில்லையும் பார்வை காணியாகவும், தொலைவு காணியாகவும் காணப்படும். பார்வைக் கோணம் வழக்கில் உள்ள 42^0 - 52^0 ஆக உள்ளமைக்கு இவற்றின் தோற்றுரு உருப்பெருக்கம் 1 ஆக இருப்பது இன்றியமையாதது.

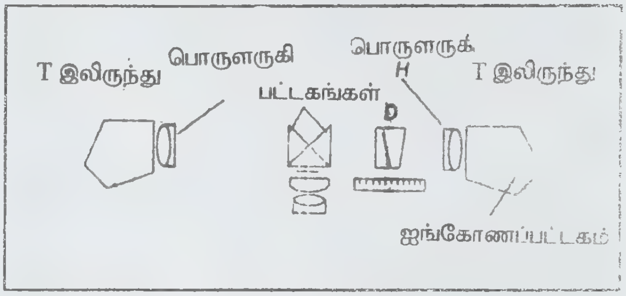
ராணுவத் தொலைவு காணி வகைகள். ஒன்றிப்பு வகைத் தொலைவு காணியாகச் செயல்படும் இதில் ஒவ்வொரு சன்னலிலும் இரு ஆடிகளுக்குப் பதிலாக ஓர் ஐம்பட்டகம் பயன்படுகிறது. இப்பட்டகங்கள், நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டுச் சன்னல் வழி வரும் படு ஒளிக்கதிரை உட்பக்கமாக எதிரொளிப்புச் செய்யும். ஒவ்வொரு பட்டகத்தினின்றும் வரும் ஒளி ஒரு தொலைநோக்கியின் பொருளருகு வில்லை வழியே சென்று, ஒவ்வொன்றினாலும் பெறப்படும் குறி இலக்கின் தோற்றுரு, கருவியினுள் பொருத்தப்பட்ட ஒரு முப்பட்டக அமைப்பின் வழி சென்று இணைக்கப்பட்டு, ஒரே கண்ணருகு வில்லையில் பார்க்கும் வண்ணம் காணப்படும்.



படம் 5. ராணுவ ஒன்றிப்புத் தொலைவு கணியின் முக்கோணம்

படம் 5 இல் இவ்வகைக் கருவி ஒன்றின் வடிவியல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு b தொலைவு காணியின் அடி நீளத்தையும் f பொருளருகுவில்லையின் குவியத் தொலைவும் குறிப்பிடுவன; முடிவிலாத் தொலைவிலிருந்து வரும் ஒளி TG, T[1] H ஆகிய கோடுகளின் வழி வருகிறது. G, H என்னும் புள்ளிகளில் பொருத்தப்பட்டும், TG, TH வழி அச்சுகள் கொண்டும் விளங்கும். பொருளருகு வில்லைகள் குறி இலக்கின் தோற்றுருவை T, J ஆகிய புள்ளிகளில் முறையே தோற்றுவிக்கும். முடிவிலாத் தொலைவிலுள்ள ஒரு குறி இலக்கின் தோற்றுருவைப் பொருளருவில்லை H, K என்னும் புள்ளியில் அன்றி L என்னும் புள்ளியில் தான் தோற்றுவிக்கும். LK காட்டும் இடப்பெயர்ச்சி இடமாறு பெயர்ச்சி என்று கூறப்படும். TGH, HLK ஆகிய முக்கோணங்கள் பண்பொத்தவை ஆதலால் d தொலைவை அளவிடுவதாகும்.

இதற்கான சமன்பாடு $R = \frac{bf^1}{d}$ இலிருந்து தொலைவு Rஐக் கணக்கிடலாம். படம் 6 இராணுவ ஒன்றிப்புத் தொலைவு காணியின் ஒளியியல் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.

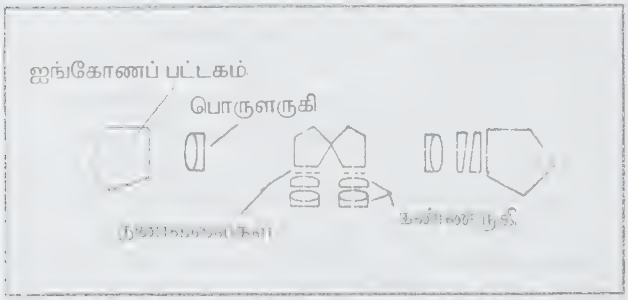


படம் 6. ராணுவ ஒன்றிப்புத் தொலைவு காணி

பொருள் முடிவிலாத் தொலைவில் இருந்தால் (பொருளருகுவில்லை H வழி காட்டப்பட்டுள்ள புள்ளிக் கோடு), இரண்டு தோற்றுருக்களும் பார்வைக்கு ஒன்றன் மேல் ஒன்றாகப் படியும் வகையில் தொலைவுகாணியை ஏற்ற வகையில் சரி செய்தல் வேண்டும். பொருள் அறுதியான தொலைவில் இருக்கும்போது H வழி வரும் தோற்றுரு ஒளியின் அச்சு, முப்பட்டகம் போன்ற ஓர் ஒளிவிலக்கக் கருவியைக் கொண்டு தகுந்த இடப்பெயர்ச்சிச் செய்யப்படுதல் வேண்டும். சமன்பாடு 2இல் காணுமாறு இந்த இடப்பெயர்ச்சி அமைந்தால்தான் தோற்றுருக்கள் இரண்டும் சேர்ந்து ஒன்றாக அமையும். இந்த இடப்பெயர்ச்சியின அளவு கருவியின் உள்ளே உள்ள அளவையில் தொலைவு அளவீடாகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரே அச்சில் எதிரெதிராக இடைவெளிவிட்டு வைக்கப்பட்ட இரண்டு முப்பட்டகங்கள அவற்றோடு கூடிய குவி வில்லைகள் கொண்ட, கழற்றக்கூடிய, சுழலும் வகையில் அமைக்கப்பட்ட டயாஸ்போரோ மீட்டர் (diasporometer) என்னும் ஒளியியல் அமைப்பினைக் கொண்டு மேலே கூறப்பட்ட, வழிவரும் தோற்றுருஒளியின் அச்சினை வேண்டுமளவு இடப்பெயர்ச்சிச் செய்ய இயலும்.

திட்பக்காட்சி அமைவு தொலைவு காணி (stereospic ange finders). இரண்டு கண்ணருகு வில்லைகளைக் கொண்டவையாக ஆனால் பார்வைக்கு ஒன்றிப்புத் தொலைவு காணிகளைப் போல் காணப்படும் இவ்வகைத் தொலைவு காணிகள் முற்றிலும் வேறுபட்டவை. கருவியைப் பயன்படுத்தும்போது இரு கண்களாலும் பார்க்க வேண்டும்; தொலைவு காணல் இரு கண் பார்வையால் பெறப்படும் திட்பகாட்சியின் வழிப் பெறப்படுகிறது. இது

அடிப்படையில் ஒரு திட்பக்காட்சி அலைவு இரு கண் நோக்கியே ஆகும். 'இரு கண்ணருகுவில்லைகளின் வழிக் காணப்படும் குறி இலக்கின் தோற்றுருக்களின் மேல் காட்சிவில்லைகளின் திட்பக்காட்சித் தோற்றுருவைப் படியுமாறு மிக்க செயல்திறனுள் பார்வையாளர் செய்ய இயலும். அவ்வாறு செய்கையில் காட்சிவில்லை நுண்வலைப்பின்னல் வரிகள் (reticles) குறி இலக்கின்மேல் அதே தோற்றத் தொலைவில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளமை போன்ற தோற்றம் உருவாகும். படம் 7 இல் காட்டப்பட்டுள்ள ஒரு மாதிரி எடுத்துக்காட்டான தொலைவுகாணியில், பொருளருகு வில்லைகள் அவ்வவ் காட்சிவில்லைப் புலத்தில் குறி இலக்கின் தோற்றுருவைத் தோற்றுவிக்கும். கருவியின் ஒரு பாதியில் உள் பயாஸ்போரா மீட்டரைப் பயன்படுத்தி, இலக்கினின்று பார்வையாளர் கண்களை அடையும் ஒளியின் கோணங்களை ஏற்றவாறு திருப்பி, காட்சிவில்லைகளிலிருந்து பார்வையாளர் கண்களை அடையும் ஒளியுடன் சேரும் வகை செய்தால், காட்சிவில்லையால் காணப்படும் தோற்றுருக்குறி இலக்கின் தொலைவிலேயே உள்ள தோற்றம் கிடைக்கும்.



படம் 7. திட்பக் காட்சித் தொலைவு காணி

தொலைவு காணிப் பிழைகள். ஒரு தொலைவு காணியின் வழிக் கண்டறியும் தொலைவின் துல்லியம், பார்வையாளர் கண்வழி இரண்டு ஒளிக்கற்றைகளை ஒன்றிப்புச் செய்யும் துல்லியத்தைப் பொறுத்து அமையும். தவிர, கருவியின் சிறப்பியல்புகளையும், தொலைவின் நெடுக்கத்தையும் சார்ந்திருக்கும் பிழைகள் பெரும்பாலும் தொலைவின் இருமடங்கு நேர்விகிதத்திலும், உருப் பெருக்கம், கருவியின் அடிநீளம் ஆகியவற்றிற்கு எதிர்விகிதத்திலும் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, உருப் பெருக்கம் 15 மீ. அடிநீளம் 1 மீ. கொண்ட ஒரு கருவியின் பிழை 814 மீ. தொலைவிற்கு 6.7 மீ. எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

உயரம் காணி. வடிவால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட இது தொலைவு காணி முதன்முறையாக விமான எதிரடித் தாக்குதலை வழிப்படுத்தப் பயன்பட்டது. ஒரு விமானத்தின் தொலைவு 'R' எனவும், அதன் ஏற்றக் கோணம் எனவும் கொண்டால் அதன் உயரம் $H = R \sin\theta$ என்னும் சமன்பாட்டால் பெறப்படும். வழக்கில் ஒரு பற்சக்கர இணைப்புப் பொறியின் மூலம் விமானத்தின் தொலைவையும் ஏற்றக் கோணத்தையும் நேரே பெருக்குவதன் வழி அதன் உயரம் கணக்கிடப்படுகிறது. மற்றுமொரு முறையில் தொலைவு காணியில் ஒளிவிலக்க முப்பட்டகங்களின் வழி $\sin\theta$ என்பதன் நேர் விகிதத்தில் ஒளிவிலக்கம் உண்டாக்கும் வகையில் பற்சக்கர இணைப்பு ஒன்று செயல்படுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

அமிழ்வு தொலைவு காணி. இது கடற்கரைப் பாதுகாப்பு மையங்களில் பயன்படுகிறது. கடற்கரையில் உள்ள ஒரு குன்றின் உச்சியில் கருவி அமைக்கப் பெற்றிருக்குமாயின் குன்றின் உயரத்தைத் தொலைவு காணியின் அடியாகக் கொள்ளலாம். கருவி, பொருளின் அமிழ்வு கோணத்தைக் கணக்கிட்டு அதை நேரிடையாகத் தொலைவாக மாற்றுகிறது. இவ்வாறு அளவிடும்போது, கடல்நீர் அலைவு, புவியின் வளைவு ஆகியவற்றிற்கான திருத்தங்களும் கருவியின் கணக்கீட்டில் அடங்கியிருக்கும்.

விளையாட்டரங்கத் தொலைவு காண் முறைகள். அரங்கிலுள்ள ஒரு பொருளின் அளவைத் துல்லியமாக ஊகிக்க இயலுமானால் அதன் தொலைவைக் கருவி வழிக் காணப்படும் அதன் தோற்றுருவின் அளவினைக் கொண்டு கணக்கிட இயலும்.

- எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

தொழில்நுட்பத் திட்டம்

இவை கச்சாப் பொருளை இறுதிநிலை வினை விளைபொருளாக மாற்றும் வரை நிகழ்த்தப்படும் செயல்முறைத் திட்டங்கள் ஆகும். நிகழ்நிரல் விளக்கப்படம் (flow diagram) என்பது இதன் மறுபெயராகும்.

ஒரு வேதிப்பொருளின் தயாரிப்பு, பல வேதி மற்றும் இயற்பியல் செயல்முறைகளின் தொகுப்பாகும். இம்முறைகள் யாவும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகவோ, ஒரே நேரத்தில் ஒரே கலனிலோ நிகழ்த்தப்படலாம். செயல் முறைகளின் வரிசையும், பயன்படும் கருவி அமைப்புகளும் விவரிக்கப்படும் விளக்கப்படம் தொழில்நுட்பத் திட்டம் எனப்படுகிறது. இவற்றில் ஒரு வழிச் செயல்முறை (once through or open cycle) என்றும், மறு சுழற்சிச் (recycle) செயல்முறை என்றும் இரு வகைகள் உள்ளன.

ஒரு வழிச் செயல்முறையில் வேதி மாற்ற விழுக்காடு குறைவாக இருப்பின் ஒரே அமைப்பைப் பல எண்ணிக்கைகளில் வரிசையாக அமைத்து மாற்ற விழுக்காட்டை உயர்த்த வேண்டிவரும். எடுத்துக்காட்டாக,

நைட்ரஜன், ஆக்சைடு வளிமங்களை நீரில் உறிஞ்சி நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தைத் தயாரிக்கும் முறையைக் கூறலாம். பல உறிஞ்சல் கோபுரங்களில் NO_x உறிஞ்சப்படுகிறது. ஒவ்வொரு கோபுரத்திலும் உறிஞ்சப்படும் வளிம விழுக்காடு குறைவாக இருப்பினும், ஏறத்தாழ ஆறு கோபுரங்களில் உறிஞ்சப்படும் மொத்த NO_x இன் விழுக்காடு 92 ஆகும்.

வேதிமாற்ற விழுக்காடு மிகக்குறைவாக இருப்பின் (4-5%) அல்லது வளிமக்கலவையில் மாசுப்பொருள் அடக்கம் மிகக் குறைவாக இருப்பின், மறு சுழற்சி உத்தி பயன்படுகிறது. எ-டு: அம்மோனியா தொழிலகத் தயாரிப்பு, ஆல்கஹால் தொகுப்பு, தானியங்கு ஊர்தி எரிமத் தயாரிப்பு, வேதி மாற்றம் முழுமையாகும் வரை மறு சுழற்சி பின்பற்றப்படுகிறது. இச்செயல்முறையில் மேன்மேலும் விளைபொருள் வளிக் கலவையைச் சுழலும் வளிக்கலவையுடன் சேர்க்கலாம். வினைப்படு பொருள்கள் வினையில் செலவழிக்கப் படுகின்றன என்றாலும், பகுதாங்கு மாசுவளிமங்கள் வினைக்கலவையில் செறிவேற்றம் அடைகின்றன. எனவே, குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் இக்கலவையை வெளியேற்ற வேண்டிவரும்.

சூழலைத் தூய்மைக்கேட்டிலிருந்து பாதுகாக்கவும், வினைப்படு பொருள் வினையூக்கிகள் வீணாவதைத் தடுக்கவும் மறு சுழற்சிவகைத் திட்டங்கள் சிறந்தவை.

இரு வகைத் திட்டங்களையும் பயன்படுத்தும் ஒருங் கிணைந்த நிகழ்நிரல் விளக்கப்படங்கள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. வளிமக் கலவையிலிருந்து H_2S, SO_2, CO_2, CO ஆகிய வளிமங்களை அகற்றுவதற்குத் தொகுக்கப்படும் திட்டங்களில் வளிமங்கள் ஒரு வழிச் செயல்முறையிலும், நீர்மங்கள் மறுசுழற்சி முறையிலும் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. கல்கரி உலை வளிமத்தைச் (coke oven gas) செம்மைப் படுத்துதல் பிறிதோர் எடுத்துக்காட்டாகும். பெட்ரோலிய எண்ணெய்ப் பிளத்தலில் வளிமக்கலவை அமைப்பினூடே ஒரு முறையே பாய்கிறது. ஆனால் வினையூக்கி (திண்மம்) மறு சுழற்சிக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.

– மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியம்

தொழில்நுட்ப நிகழ்ச்சிகளின் நிகழ்மேனி

ஒரு தொழில்நுட்ப நிகழ்ச்சியின் விரைவு அதிலடங்கியுள்ள முன்னோக்கு, பின்னோக்கு மற்றும் கிளை வினைகளின் விரைவையும், வினை நிகழும் இடத்திற்கு வினைப்படு பொருள்கள் விரவும் விரைவையும் வினைக்கலத்திற்கு வெப்ப வழங்கல் மற்றும் வினைக்கலத்திலிருந்து வெப்ப அகற்றல் போன்றவற்றின் விரைவையும் பொறுத்ததாகும். வெப்பம், விரவல் ஆகியவற்றின் செயல்திறன்கள் செயல்முறை நிகழ்த்தப் படும் வினைக்கலத்தின் வகையையும் வடிவமைப்பையும் பொறுத்தவையாகும். மாறாக, செயல்முறையின் நிகழ்மேனி பயன்படும் கலங்களின் கொள்ளளவுகளையும், செயல்முறை வரைபடத்தில் (flow diagram) அவற்றின் எண்ணிக்கையை யும் அறுதியிடுகிறது. ஒரு தொழில்நுட்பச் செயல் முறையின் விரைவு அந்நிகழ்ச்சியின் மைய வேதிவினையின் விரைவைவிடக் கூடுதலாக இருக்க முடியாது. வேதி வினையின் நிகழ்மேனியைப் பாதிக்கும் காரணிகளுள் வெப்பநிலை, வினையூக்கியின் தன்மை ஆகியன முதன்மையானவை.

நிறைதாக்கு விதியின்படி (law of mass action) வினை விளைபொருளின் மொத்த நிறை, விளைச்சல் வீதம் ஆகியன நேரத்தின் மடக்கைச் சார்பலன்களாகும் இதனை வரைபடமாக்கினால் இறங்குமுகமான வரைகோடு நேரம் ஆக ஆக நிகழ்ச்சியின் விரைவு சரிவதைக் காட்டுகிறது. செயல்முறையின் தொடக்கத்திலும், முடிவிலும் சிறு கால இடைவெளிகளில் நிகழும் விளைச்சல் உயர்வுகள் பெரிதும் மாறுபட்டவை. செயல்முறையின் விரைவு தொடக்க மதிப்பான u_i இலிருந்து சமநிலையை எய்துகையில் புறக்கணிக்கத்தக்க மதிப்பான u_f ஐ அடைகிறது. இத்தகைய குறைவான விரைவில் செயல்முறையை நிகழ்த்தவியலாது. எனவே, மீள்தன்மை கொண்ட செயல்முறைகளை இயன்றவரை சமநிலைக்கு மிகவும் அகன்ற நிலையிலேயே நிகழ்த்துதல் வழக்கமாகும்.

வினைவேக மாறிலியை வினையின் வேகத்திற்கு அளவுகோலாகக் கொள்வதும் வழக்கமாகும். பன்னிலைமைச் செயல்முறைகளுக்கு வினைவேக மாறிலி நிறைமாற்று குணகம் (mass transfer coefficient) எனப்பெயர். சமநிலைச் செறிவுக்கும் நிலவும் செறிவுக்கும் 0.1 MPa அல்லது 1 கி.கி/மீ^{3} வேறுபாடு இருக்கையில் ஒரு மணி அளவில் இரு வினையுறு பொருள்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலைமுகத்தின் ஒரு மீ^{2} பரப்பளவில் கடந்துசெல்லும் பொருளின் எடையே k ஆகும். k இன் அலகு மீ./மணி.; k வெப்பநிலையின் சார்பலனாகும்.

நிகழ்மேனிக்கான அடிப்படை வாய்பாடுகள். ஒரு தொழில்நுட்ப நிகழ்ச்சியின் விரைவு ஒரு குறிப்பிட்ட வினை விளைபொருளின் விளைச்சலையோ, வினைப்படுபொருளின் செறிவுச் சரிவையோ அடிப்படையாகக் கொண்டு குறிப்பிடப்படுகிறது. வினையில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் அளவுகள் கொள்ளளவு அலகிலோ, எடை அலகிலோ குறிப்பிடப்படுகின்றன. செறிவுகளை மோல் பின்னங் களாகவோ, சதவீதங்களாகவோ, பகுதி அழுத்தங் களாகவோ, அலகு கொள்ளளவுக்கான மோல்களாகவோ குறிப்பிடலாம். பெரும்பாலும் அலகு நேரத்தில் தோன்றும் விளை பொருள் விளைச்சல் வினைவேகத்தின் அளவு கோலாகிறது.

$$u = \frac{dG}{dt} = \frac{dc}{dt}$$

u = நிகழ்மேனி
dG = விளைபொருள் விளைச்சல் ஏற்றம்
dc = விளைபொருள் செறிவில் ஏற்றம்
dt = விளைச்சல்/செறிவு மாற்றம் நிகழும் கால இடைவெளி

ஒரே நிலைமையில் நிகழும் மாற்றங்களுக்கும், அறிய முடியாத தொடுகை நிலைமை கொண்ட பன்னிலைமைச் செயல்முறைகளுக்கும்

$$u = k \times \Delta c$$

நன்கறியப்பட்ட பன்னிலைமைச் செயல்முறையின் விரைவு நியூட்டனின் வெப்ப மாற்றச் சமன்பாட்டையொத்த ஓர் சமன்பாடால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$u = k F \Delta c$$

F = வினையுறும் நிலைமைகளுக்கு இடைப்பட்ட தொடுகைப் பரப்பு

ஒரு செயல்முறையின் வினைவேக மாறிலி சிக்கல் மிகுந்த பண்பாகும். வினைப்படு பொருள்களின் வேதிப் பண்புகள், அவற்றின் இயல்பு நிலைகள், வினைக்கலத்தின் வடிவமைப்பு, வினையில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் பாய்ம விரைவு, கலத்தல் அளவு, விரவல் இயக்கம் ஆகியன வினைவேக மாறிலியைப் பாதிக்கும் காரணிகளுள் முதன்மையானவை. ஒரே நிலைமையில் நிகழ்த்தப்படும் செயல்முறைகளில் விரவல், வினையின் விரைவைப் பாதிக்காது. ஏனெனில், வினையுறு பொருள்கள் இரண்டறக் கலந்துவிடுகின்றன. மாறாக, பன்னிலைமை அமைப்புகளில் விரவல் கட்டமே மிக மெல்ல நிகழ்வதாகும்; எனவே அதுவே விரைவை அறுதியிடும் கட்டமுமாகும்

$$k = \frac{D}{\delta}$$

D = விரவல் திறன்
δ = விரவல் அடுக்கின் தடிமன்

வினைக்கலவையை நன்கு கலக்குவதன் மூலம் விரவல் இலக்கத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படும் செயல்முறையை வினைவேக வகைக் கட்டுப்பாட்டின்கீழ்க் கொண்டுவரலாம்.

ஒரே நிலைமையில் நிகழும் வேதிச் செயல்முறையின் உந்துவிசை ஒரு குறிப்பிட்ட தருணத்தில் வினைப்படு பொருட் செறிவுகளின் பெருக்கமாகும்

$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ என்னும் மீள்வினைச் செயல் முறையின் வினைவேகம் $u = k\Delta c = k[H_2][I_2]$ செயல்முறையின் மொத்த வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பு விரவல் தாக்கங்களினால் முன்னோக்கு வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பைவிடக் குறைவாக இருக்கும். சமநிலையினின்றும் அகன்றிருக்கும் கட்டத்தில் வினையின் உந்துவிசை வினைப்படு பொருட் செறிவுகளிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. சமநிலைக்கு அண்மையிலோ, அண்மையில் நிலவும் செறிவுக்கும் (c) சமநிலையின் அறிமுறைச் செறிவுக்கும் (C^o) உள்ள வேறுபாட்டைச் செயல்முறையின் உந்து விசையாகக் கொள்ள வேண்டும். $\Delta C = C\text{-}C^0$ வினைக் கலவை சமச்சீர்மை உடையதாக இருப்பின் மேற்கூறிய சமன்பாடு போதுமானது. கலத்தில் முழுமை பெறாத வினைக்கலங்களுக்கு இது பொருந்தாது. இங்கு C-உம், C^0 - உம் தொடர்ச்சியாக ஒரு மடக்கை விதியைச் சார்ந்து மாறுகின்றன. இணையோட்ட, குறுக்கோட்ட மற்றும் எதிரோட்டச் செயல்முறைகளில் வினைக்கூறுகளின் செறிவுகள் வெவ்வேறு வகைகளில் வேறுபடுகின்றன. இதன் தொடர்பாகச் செயல்முறைகளின் உந்துவிசைகளின் வரையறை வாய்பாடுகளும் வேறுபடு கின்றன.

இணையோட்டச் செயல்முறையின் உந்துவிசை நேரத்துடன் சீராக மாறுவதில்லை. இது வினைப்படு பொருள்களால் வினைக்கலத்தினுள் சுற்றப்படும் பாதையின் நீளத்தைப் பொறுத்ததாகும். வினையூக்கி திணிக்கப்பட்ட நீண்ட குழாயில் வினை நிகழ்த்தப்படுமாயின், வினைக் கலத்தில் வினைப்பொருள் தங்கியிருக்கும் நேரம் குழாயின் நீளத்தைப் பொறுத்தது. Δc கலத்தின் நுழைவாயிலில் மிகவும் கூடுதலாகவும், வெளியேறும் இடத்தில் பூஜ்யமாகவும் இருக்கக்கூடும். எனவே செயல்முறையின் வேகம் வினைக்கலத்தில் பகுதிக்குப் பகுதி வேறுபடும். எதிரோட்டச் செயல்முறையில் $c^0 > c$ ஆனதால், அதுவே பெரிதும் விரும்பப்படுகிறது. வளிம நிலை வினைப்பொருளில் நீர்மநிலை அல்லது நன்கு தூளாக்கப்பட்ட திண்ம வினைப்பொருளைத் தூவினால் இணையோட்டச் செயல் முறை நிகழ்கிறது. கந்தக அமிலத் தயாரிப்பு, பெட்ரோலியப் பிளத்தல் வினை, எளிதில் தீப்பற்றும் பொருள்களை உலர்த்துதல் ஆகியன இணையோட்ட வகைக்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகும்.

செயல்முறையின் சராசரி உந்துவிசை (ΔCm)

இணையோட்டத்திற்கு $\downarrow\downarrow \; \Delta Cm = \dfrac{\Delta c_i - \Delta c_f}{2.3 \log \Delta c_i / \Delta c_f}$

என்னும் வாய்பாட்டினால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

எதிரோட்டச் செயல்முறையில்,

$$\downarrow\uparrow \Delta Cm = \frac{(c_i - c_f^0) - (c_f - c_i)}{2.3 \log \frac{c_i - c_f^0}{c_f - c_i^0}}$$ என்றாகும்.

குறுக்கோட்டச் செயல்முறையில் உறிஞ்சும் நிலைமையில் வினைப் பொருள் செறிவு மடக்கை விதியைப் பின்பற்றுகிறது. வளிமநிலைமையில் செறிவு கலத்தின் உயரம், குறுக்களவு இரு திசைகளிலும் மாறுபடுகிறது.

$$- \uparrow \rightarrow \Delta Cm = \frac{(c_i - c_i^0) - (c_i - c_f^0)}{2.3 \log \frac{c_i - c_i^0}{c_i - c_f^0}} - \frac{c_i - c_f}{2}$$

வளிமம்-திண்மம், வளிமம்-நீர்மம், நீர்மம்-நீர்மம் ஆகிய அனைத்து அமைப்புகளுக்குமே இவ்வாய்பாடுகள் பொருந்துவன.

கலத்தில் நன்கு நிகழ்வதற்கு வாய்ப்புள்ள கலங்களில் நிகழ்த்தப்படும் மீள்தன்மையற்ற செயல்முறை களுக்கான சராசரி உந்துவிசை, கலத்தின் வெளிவாயிலில் நிலவும் உந்துவிசைக்குச் சமமாகும். அதாவது $\Delta Cm = \Delta Cf$

$\Delta C_f = [A]^x [B]^y$; [A] [B]ஆகியன வினைக் கலத்தின் வெளிவாயிலில் வினைப்படுபொருட்செறிவுகளாகும்.

கலத்தலுக்கு நல்ல வாய்ப்புள்ள கலங்களில் நிகழ்த்தப்படும் மீள்தன்மை கொண்ட வினைகளுக்கு

$$\Delta Cf = (C_A - C_A^0)_x \ (C_B - C_B^0)^y$$

சமநிலைச் செறிவுகளான C_A^0, C_B^0 ஆகியன

$$C_A^0 = x\sqrt{\frac{1}{k}\ \frac{[D]^z}{[B]^y}} \quad C_B^0 = y\sqrt{\frac{1}{k}\ \frac{[D]^z}{[A]^x}}$$

என்னும் வாய்பாடுகளிலிருந்து வருவிக்கப் படுகின்றன. இங்கு D என்பது வளிம நிலையிலுள்ள வினைவிளைபொருள்.

பன்னிலைமை அமைப்பில் வினைப்படு பொருள்களுக் கிடையான தொடுகைப் பரப்பளவு (surface of constant) அச்செயல்முறையின் நீர்ம இயக்கத்தைப் பொறுத்தே அமையும். செவ்வனே கலக்கப்படும் வளிம-திண்ம, மற்றும் நீர்ம-திண்ம அமைப்புகளில் தொடுகைப் பரப்பு, அமைப்புறை திண்மத் துகள்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த பரப்பளவாகும். நையக் கலக்கும் நிலையில் வளிம-நீர்மம், நீர்மம்-நீர்மம் (ஒன்றிலொன்று கரையாதன) ஆகியவற்றின் தொடுகைப் பரப்பளவுகளைத் துல்லியமாக அறிதல் எளிதன்று. இவ்வாறு உண்மையான தொடுகைப் பரப்பளவை அறிய இயலாதபோது, வினைவேகச் சமன்பாட்டில் ஒரு கூடுதல் துணையலகைப் புகுத்த வேண்டும். இதன் மதிப்பு வினைக்கலத்தின் குறுக்களவு, அதிலுள்ள அனைத்துத் தட்டுகளின் மொத்தப் பரப்பளவு, திணிப்பொருளின் பரப்பு ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். I.P.Mukhlyonov (Ed.), *Fundamentals of Chemical Technology*, Mir Publishers, Moscow, 1986.

தொழில்நுட்ப நிகழ்ச்சிகளில் வேதிச் சமநிலை

எவ்வேதித் தொழில்நுட்பச் செயல்முறையும் ஒரு வேதி வினையை உள்ளடக்கியது. அறிமுறை நோக்கில், மிகப் பெரும்பாலான வினைகள் மீள்தன்மை வுடையவனவாகும். எனினும் பெயரளவில் மட்டுமே மீள்வினைகளாகச் செயல்படுபவையே மிகுதி. அதாவது, பல வினைகளின் சமநிலைகள் வினைவிளைபொருள்களைச் சார்ந்தவையாக இருக்கும். இங்குப் பின்னோக்கு வினைகள் நிகழ்வனவாகவே தெரியாது. நடைமுறையில் இவ்வகை வினைகள் மீளா வினைகளாகும்.

மீள்வினைகள் யாவும் சமநிலையை நோக்கி நகருகின்றன. சமநிலையில் முன்னோக்கிச் செயல்முறையும் பின்னோக்கிச் செயல்முறையும் ஒரே விரைவுடன் இயங்கும். இதன் விளைவாக, செயல்முறை நிகழ் சூழ்நிலைகள் மாறாதிருக்கும் வரை, வினையில் ஈடுபட்டுள்ள பொருள்களின் செறிவுகளில் ஒரு மாறா விகிதம் இருக்கும். இதற்குச் சமநிலை மாறிலி எனப் பெயர். வெப்பநிலையின் சார்பலனான இம்மாறிலி, 'வினையின் சிறப்பியல்புகளில் முதன்மை யானதாகும். தொழில்நுட்பத் துணையலகுகளான வெப்ப நிலை, அழுத்தம், செறிவு ஆகியவற்றை மாற்றும் போது சமநிலையில் தடுமாற்றம் ஏற்படுகிறது; செயல்முறை ஏதோவொரு திசையில் சென்று மீண்டும் சமநிலையை அடைகிறது. நிறைதாக்கு விதியின்படிச் (law of mass action) சமநிலை அறுதியிடப்படுகிறது. மாறா வெப்ப நிலையில், சமநிலையில் வினை விளைபொருட்களின் செயல்படு நிறைகளின் பெருக்கத்திற்கும் வினைப்படு பொருள்களின் செயல்படு நிறைகளின் பெருக்கத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஒரு மாறா எண் மதிப்புக் கொண்டிருக்கும். இதுவே சமநிலை மாறிலியாகும்.

சமநிலை மாறிலியைக் கணக்கிடுவதற்கு வினைப்படு பொருள்களின் பகுதி அழுத்தங்களையோ, செறிவுகளையோ, மோல் பின்னங்களையோ அடிப்படை களாகக் கொள்ளலாம். இச்சமநிலைகள் முறையே k_p, k_c, k_x எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

$aA + bB \rightleftharpoons dD \pm \Delta H$ என்னும் தொகுப்பு வினையில் a, b, d, ஆகியன விகிதவியல் குணகங்கள் (stoichiometric co-efficients). ΔH என்பது மாறா அழுத்தத்தில் வினையின் வெப்பம். இவ்வகை வினைக்கு எடுத்துக்காட்டுகள்: SO_2, CO ஆகியவற்றின் ஆக்சிஜனேற்றங்கள், நீரில் SO_3 SO_2 CO_2 போன்ற வளிமங்கள் உறிஞ்சப்படல், அம்மோனியா மற்றும் HCl ஆகியவற்றின் தொகுப்பு, அல்க்கீன்களின் நீரேற்றம்.

A, B, D ஆகிய மூன்றுமே வளிமங்களாக இருப்பின்,

$$K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a \times P_B^b}$$

இங்கு P_i என்பது i என்னும் (வினை) உட்கூறின் சமநிலைப் பகுதி அழுத்தமாகும். கரைசல் நிலையில் நிகழும் வினைக்கு

$$K_c = \frac{[D]^d}{[A]^a \ [B]^b}$$

; [x] சமநிலை மோலார் செறிவு

சமநிலைக் கலவையில் ஒவ்வொரு பொருளின் மோல் பின்னமும் சமநிலை மாறிலிக்கான சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்யப்பட்டால்

$$K_x = \frac{D_x^d}{A_x^a \times B_x^b}$$

K_p, Kc ஆகியன கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளின் வாயிலாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

$$k_p = k_c (RT)^{\Delta n}$$

இங்கு T = தனி (சார்பிலா) வெப்பநிலை; R = வளிம மாறிலி; P = வளிமக் கலவையின் மொத்த அழுத்தம்.

Δn = (வளிம நிலையிலுள்ள வினை விளை பொருள்களின் மொத்த மூலக்கூறு எண்ணிக்கை) –

(வளிம நிலையிலுள்ள வினைப்படுபொருள்களின் மொத்த மூலக்கூறு எண்ணிக்கை).

மேற்கூறப்பட்ட வினைக்கு $\Delta n = d - (a+b)$

ஒரு வினையில் வினைப்படுபொருள்கள் ஏதேனும் ஒன்றினை மிகையளவில் எடுத்துக்கொண்டால், அப்பொருளின் மோலார் செறிவை அல்லது பகுதியழுத்தத்தை மாறிலியாகக் கொள்ளலாம். நீராற்பகுப்பு வினைகளில் நீரின் செறிவும், கனிமங்களைக் காற்றில் வறுக்கும் வினையில் ஆக்சிஜனின் பகுதி அழுத்தமும் மாறிலிகளாகக் கொள்ளத்தக்கவை.

$aA + bB \rightleftharpoons dD$ என்னும் வினையில் B-ஐ மிகையளவில் எடுத்துக்கொண்டால்,

$$K_p = \frac{p_D^d}{p_A^a}$$

பன்னிலைமைச் சமநிலைக்கும் இது பொருந்தும். இவ்வகை வினைகள் யாவும் இரு நிலைமைகள் சந்திக்கும் பகுதியில் நிகழ்கின்றன. எனவே, பன்னிலைமையில் நிகழும் ஒரு வினையில் திண்மப் பொருள் வினைப்படுபொருளாக இருப்பின், அதன் செறிவு ஒரு மாறிலியாகும்.

சமநிலை மாறிலி ஆய்வு வழியாகவோ, கட்டிலா ஆற்றலிலிருந்து கணக்கீடு வழியாகவோ அறியப்படுகிறது.

$$\Delta G^0 = -RT\,l_n K_p$$

ΔG^0 என்பது கிப்ஸ் கட்டில்லா ஆற்றல் ஆகும்.

$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ கிப்ஸ்-ஹெம்ஹோல்ட் சமன்பாடு

$$\log K_p = \frac{T\Delta S^0 - \Delta H^0}{19.1T}$$

$R \times 2.303 = 8.31 \times 2.303 = 19.1$ ஜூல்

குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலும், அழுத்தத்திலும் பல்வேறு வினைகளில் சமநிலை மாறிலிகள் வேதியியல் கையேடுகளில் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

சமநிலைமீது அடிப்படைத் துணையலகுகளின் தாக்கம் லீ சாட்லியர் கொள்கையில் வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு செயலினால் சமநிலையிலிருந்து அகற்றப்பட்ட அமைப்பில் மாற்றங்கள் நிகழ்ந்து, அமைப்பு புதியதொரு சமநிலைக்குத் திருப்பப்படுகிறது.

$$a\,A_{(2)} + b\,B_{(வ)} \rightleftharpoons d\,D_{(வ)}$$

என்னும் சமநிலையில் $\Delta n < 0$ எனில், எத்திசையில் நகர்ந்தால் வளிமப்பருமன் குறையுமோ, அத்திசையில் வினை நிகழும். சமநிலையின் இருக்கையை மாற்றவல்ல காரணிகளாக வினைப்படுபொருள்களின் செறிவு, வெப்ப நிலை, அழுத்தம் ஆகியன உள்ளன. செறிவின் தாக்கம்

நிறை தாக்கு விதியின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. சமநிலையை முன்னோக்கித் (வலப்புறம்) தள்ளுவதற்கு வினைவிளைபொருளின் செறிவைக் குறைத்தல் வேண்டும் அல்லது வினைப்படுபொருளின் செறிவைக் கூட்டுதல் வேண்டும். இதன் விளைவாகச் சமநிலை விளைச்சல் கூடுதலாகும்.

சமநிலை இருக்கையின் மீது வெப்பநிலையின் பாதிப்பு வினை வெப்பத்தின் குறியீட்டைப் பொறுத்ததாகும். வெப்பம் கொள்வினையில் ($\Delta H > O$) வெப்பநிலை உயர்வு சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பை உயர்த்தும். அதாவது, சமநிலை முன்னோக்கி நகரும். வெப்ப உமிழ் வினைகளில் ($\Delta H < O$). வெப்பநிலை உயர்வு சமநிலை மாறிலியின் மதிப்பைக் குறைக்கும். அதாவது, பின்னோக்கு வினை ஊக்குவிக்கப்படும்.

வினையில் ஈடுபட்டுள்ள பொருள்கள் வளிமநிலைப் பொருள்கள் இருந்தால் மட்டுமே, அதுவும் $\Delta n \neq 0$ என்னும் நிலையில் மட்டுமே, சமநிலையை அழுத்தம் பாதிக்கும். ஓர் அமைப்பின் வெப்பநிலையும், கொள்ளளவும் மாறாதிருக்கையில்

$$V\Delta P = \Delta nRT$$
$$\Delta P = \Delta n$$

அதாவது, $\Delta n > 0$ எனில், அழுத்த உயர்வு சமநிலையை வினைப்படுபொருள் பக்கத்திற்குத் தள்ளும்; $\Delta n < 0$ எனில், அழுத்த உயர்வு சமநிலையை வினைவிளைபொருளின் திசைக்குத் தள்ளும்.

ஒரு வளிமக் கலவையிலிருந்து ஓர் உட்கறை மட்டும் ஒரு நீர்மத்தினால் உறிஞ்சி அகற்றும் வெப்ப உமிழ்வகை நிலைமை மாறு செயல்முறைக்கு லீ சாட்லியர் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தலாம். சமநிலையில் வளிமப்பொருள் உறிஞ்சப்படும் அளவு வெப்பநிலையைக் குறைப்பதாலும், வளிம அழுத்தத்தைக் கூடுதலாக்குவதாலும், நீர்மக் கரைசலைக் கரைப்பானால் விளாவுவதாலும் கூடுதலாகிறது.

கரைந்துள்ள பொருளை வீழ்படிவாக்கி, கரைசலின் செறிவைக் குறைத்தாலும் உறிஞ்சல் செயல்முறை ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. ஒரு விளைபொருளின் விளைச்சலைக் குறிப்பிடப் பயன்படும் துணையலகுகளாவன; வினைப்படு பொருளின் வேதி மாற்ற வீதம், சமநிலை விளைச்சல் மற்றும் நடைமுறை விளைச்சல்.

$$\text{வினைப்படுபொருளின் மாற்ற வீதம்} = \frac{\text{நடைமுறையில் வினைவிளைபொருள் விளைச்சல்}}{\text{அறிமுறை/பெரும விளைச்சல்}}$$

அறிமுறை விளைச்சல் என்பது அவ்வினையின் விகிதவியல் அல்லது சமன் செய்யப்பட்ட சமன்பாடு அடிப்படையில் கணக்கிடப்படுவது. வினையின் காரணிகளை எவ்வாறு மாற்றி அமைத்தாலும் விகிதவியல் விளைச்சலுக்குக் காரணிகளை எவ்வாறு மாற்றி அமைத்தாலும் விகிதவியல் விளைச்சலுக்கு மேல் கிட்டாது, இது வினைச் சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் அறுதியிடப் படுகிறது. உறிஞ்சுதல், வெளிவிடல், ஆவியாதல், நீர்மமாதல் போன்ற நிலைமைகளுக்கிடைப்பட்ட பொருள்-மாற்றச் செயல் முறைகளுக்குத் தொடக்க நிலைமையில் இடம் பெற்றுள்ள பொருள் முழுதுமே பெரும அளவாகக் கருதப்படுகிறது. வினைவிளைபொருளாக மாற்றமுற்ற வினைப்படுபொருளின் நிறைக்கும் மொத்த வினைப்பொருள் நிறைக்கும் உள்ள விகிதத்தை வினைமாற்ற வீதமாகக் கருதலாம். சமநிலையில் விளைபொருளின் விளைச்சல்

$$x_{\text{சமநிலை}} = \frac{\omega_{\text{சமநிலை}}}{\omega_{\text{பெருமநிலை}}}$$

எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. மீள்தன்மையற்ற செயல்முறைகளுக்கு, xசமநிலை = 1. மீள்வினைகளுக்கு x சமநிலை < 1 மாறியிலிருந்து தீர்மானிக்கப்படுகிறது. வளிமநிலை வினைப்பொருள்களைக் கொண்ட $A + B \rightleftharpoons D$ என்னும் வினை வகையின் சமநிலை மாறிலி, $K_p = \dfrac{p_D}{P_A \times P_B}$ ஆகும்.

கலவையின் மொத்த அழுத்தம் P எனில், கலவையில் ஒவ்வொரு கூறின் பின்னம் முறையே $\dfrac{P_A}{P}, \dfrac{P_B}{P}, \dfrac{P_D}{P}$ ஆகும். xசமநிலை மாற்றவீதம் விகிதவியல் அடிப்படையில் இயைபைக் கொண்ட கலவையில் வினைப்படு பொருள்களின் மோல் பின்னங்கள்,

$$\therefore \frac{P_A}{P}, \frac{P_B}{P} = (1 - x_{\text{சமநிலை}})\, 0.5$$

K_p மாறிலியாதலால், அழுத்தத்தில் உயர்வு ஏற்பட்டால் சமநிலை விளைச்சலும் கூடும். $A + B \geq 2D$ எனும் வினை வகைக்கு $K_p' = \dfrac{4x^2_{\text{சமநிலை}}}{\left(1 - x'_{\text{சமநிலை}}\right)^2}$

விளைச்சலை உயர்த்தும் உத்திகள். முன்பே கூறியதுபோல் சமநிலை விளைச்சலை உயர்த்துவதற்கு வெப்பநிலை, அழுத்தம், செறிவு ஆகியவற்றில் மாற்றங் களைத் தோற்றுவிக்கலாம். வளிம நிலைமையில் நிகழும் மீள் வினைகளில் முன்னோக்கு வினையில் $\Delta n < 0$ என்றால், $\Delta v < 0$ இவ்வினை அழுத்த மேலீட்டால் ஊக்குவிக்கப்படும். $\Delta n = 0$ என்றால், $\Delta v = 0$ இவ்வகை வினை அழுத்த வேறுபாட்டினால் பாதிப்புறாது. விளைச்சலுக்குச் செறிவின் பாதிப்புக் கணிசமானது.

$$\text{உண்மை விளைச்சல்} = \frac{\text{நடைமுறை விளைச்சல்}}{\text{சமநிலையில் விளைச்சல்}}$$

$aA + bB \rightleftharpoons dD$ எனும் மீளா வினைக்கு உண்மையான விளைச்சலைக் கணக்கிடும் முறையைக் காணலாம்.

வினைப்படுபொருள்களை விகிதவியலின்படி கையாண்டால், வினைமாற்றவீதம் x கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின்படி தரப்படுகிறது.

$$x = \frac{W_D \text{ உண்மை விளைச்சல்}}{W_A + W_B + W_{D2}.\text{வி}}$$

இங்கு W_A, W_B ஆகியன வினை நிகழ்ந்த நிலையில் A, B ஆகியவற்றின் நிறைகள். நிறைகளுக்குப் பதிலாகச் செறிவுகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒரு மீளாவினையை முழுமையாக நிகழ்த்துவதற்கு வினைப்படுபொருள்களில் ஒன்றை மிகையளவில் எடுத்துக்கொண்டால், விகிதவியல் அடிப்படையில் குறைந்த அளவில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட பொருள் தீர்ந்துபோகும் வரை வினை நிகழும். தொழில்நுட்ப நோக்கில், ஒரு வினைப்படுபொருள் குறைந்த அளவில் மட்டுமே கிடைக்கக்கூடியதாக இருப்பின் அப்பொருள் முழுமையாகத் தீருமாறு பணிக்கலாம்.

பொதுவாக, வினையின் விளைச்சல் பல துணையலகுகளின் நேர்கோட்டுச் சார்பிலாத் தொடர்புகொண்ட (non linear function) எண்மதிப்பாகும். வினைவேக இயல் கணக்கீடுகள் நன்கு தெளிவாகாதவரை தயாரிப்பு முறைகளில் வினைவிளைபொருள் விளைச்சல் மட்டுமே செயல்முறையின் வேகத்தையும் முழுமையையும் அறிவதற்குத் துணைபுரியும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். I.P.Mukhlyonor (Ed.). *Fundamentals of Chemical Technology,* Mir Publisher, Moscow, 1986.

தொழில் நுட்பவியல்

தொழிற்சாலைகளின் செயல்முறைகளிலும் அது தொடர்பான செயல்பாடுகளிலும் முறையான அறிவாற்றலைப் பயன்படுத்துவதும் செயல்படுத்துவதும் தொழில் நுட்பம் (technology) ஆகும். தொழில் நுட்பம், அறிவியல், பொறியியல் ஆகியவற்றுடன் மிக நெருக்கமான தொடர்புடையது. அறிவியல் என்பது உண்மையான உலகைப் பற்றியும், அதன் இயற்கையான பண்பு, பொருள், ஆற்றல் இவற்றைத் தொடர்புறுத்தும் உறவுகள் பற்றியும் மனித அறிவால் அறிவதும் புரிந்து கொள்வதும், அது தொடர்பான வாய்பாடுகளின் மூலம் அறியப்படும் விதிகளை இயற்றுவதும் ஆகும். பொறியியல் என்பது ஒரு முடிவு செய்து பொருளை உருவாக்கவோ அதன் வெற்றிகரமான செயல்பாட்டை அடையவோ, அறிவியல் விதிகளையும் கோட்பாடுகளையும் பயன்படுத்திக் குறிக்கோளுடன் கூடிய அறிவாற்றல் வரையீடுகளையும், திட்டமிடலையும், கணக்கிடலையும் பயன்படுத்துவது ஆகும். மேலும், இயற்கையாக உள்ள மிகப்பெரும் ஆற்றலை மனித வாழ்வின் வளத்திற்கும், வசதிக்கும் பயன்படச் செய்வதும் பொறியியல் ஆகும். இயற்கைச் செயல்முறைகளை, ஆற்றல்களைப் பயன் உள்ளவாறு ஆக்கமுறையிலான கற்பனைப் பெருக்குடன் புதுமையாகச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்துபவர் பொறியாளர் (engineer) எனப்படுவார்.

தொழில்நுட்பம் என்பது அறிவியல் முறையையும் பொறியியல் கருவிகளையும் பயன்படுத்தி நுணுக்கமான வேலைகள் மூலம் திட்டங்களையும் வரையீடுகளையும் செயல்படுத்துவது ஆகும். காட்டாக, உற்பத்தி செய்யப்பட்ட சில பொருள்கள் தூய்மை செய்யப்பட வேண்டிய நிலையில் இருக்கும். தூய்மை செய்யப்படும் முறைகள் பொருள்களைப் பொறுத்து வேறுபடும். தோல் பதனிடுதல் பணியில் இறுதியில் தோலைத் தூய்மைப்படுத்துவது ஒரு முறையில் இருக்கும். துணி உற்பத்தி செய்து வண்ணச் சாயம் சேர்த்த பின்னர் தூய்மை செய்வதும் கண்ணாடி, ரப்பர் பொருள்கள் ஆகியவற்றைத் தூய்மை செய்வதும் வேறு முறையில் இருக்கும். தொழில்நுட்ப அணுகு முறையில், அழுக்குகளைக் கழுவ வேதிப் பொடிகளைப் பயன்படுத்துவது, நீரில் கடினத் தன்மை, உப்புத் தன்மை இவற்றை நீக்குவது மீண்டும், மீண்டும் கழுவும் முறைகளை மேற்கொள்வது, காற்றில் உலர வைப்பது, வெப்பக்காற்றை மிகுந்த வேகத்தில் செலுத்துவது என்பன தூய்மைப் படுத்துவதில் அடங்கும். பெரும்பாலான நேரங்களில் இம்மாதிரியான தூய்மைப்படுத்தும் முறைகள் போதுமானவையாக இருக்கும். இதற்கும் மேலாகத் தூய்மைப்படுத்தத் தேவை ஏற்படுமாயின் அடிப்படைத் தொழில் நுணுக்கத்திலேயே மாற்றம் தேவைப்படலாம்.

அறிவியல் திறன் கொண்டு கதிர்வீச்சு முறையைப் பயன்படுத்தி நன்கு பற்றியிருக்கும் தூசிகளைப் பொருள்களின் புறப்பரப்பிலிருந்து பிரிக்கலாம். பொறியியலைப் பயன்படுத்தினால் கதிர்வீச்சினை எவ்வாறு தயாரிப்பது, அதனை எவ்வாறு தூய்மைப்படுத்தும் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்வது எனத் திட்டமிட்டுச் செயல்முறைப்படுத்த முடியும். அறிவியலார் கதிர்வீச்சின் தன்மையையும் அது பொருளின் மீது ஏற்படுத்தும் மாற்றத்தைப் பற்றியும் கூற முடியும். பொறியாளர், கதிர்வீச்சைக் கட்டுப்படுத்தவும், பயன்படுத்தவும் தேவையான கருவிகளைத் திட்டமிட்டுத் தயாரிக்க முடியும். இந்த வழிகளில் அறிவியலாளரும் மேதைகளும் கதிர்வீச்சுப்

பற்றிய அறிவாற்றலை அவர்களின் பணியின் தேவைக்கேற்ப வளர்த்துக் கொள்கின்றனர். இத்தொழில்நுட்ப வல்லுநர்கள் மேன்மேலும் அத்துறையில் ஈடுபட்டுத் தொழில்நுணுக் கங்களை வளர்த்து, அவற்றின் கிளைகளாகப் பல்வேறு கருவிகளையும் , பயன்படும் முறைகளையும், முன்னேற்றப் பாதையின் பல்வேறு நிலைகளிலும் கண்டறிந்துள்ளனர்.

முதன்முதலில் தொழில்நுட்பக் கலையைக் கையாண் டவர் கணித அறிவியல் தேர்ச்சி பெற்றவராக இருந்தனர். பொதுவாக அவர்கள் அறிவியலார், மேதைகள் எனப்படுவர். பின்னர் படிப்படியாக மக்களின் நல்வாழ்வுப் பணிக்கென இவர்கள் ஆக்கப் பணிகள் பலவற்றிலும் தத்தம் திறமையை வெளிப்படுத்தினர். மக்களின் தேவைகள் மிகுதியாக அறிவியலார் பல்வேறு துறைகளிலும் தங்கள் ஆற்றலைப் பயன்படுத்திப் புதிய கண்டுபிடிப்புகளை உலகிற்கு ஈந்தனர்.

தொழில் நுட்பக்கலை பல்வேறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டது. ஒவ்வொரு துறையிலும் மிகுந்த வளர்ச்சி காணப்பட்டது. முதன் முதலில் உணவிற்கும் இருப்பிடத் திற்கும் ஏற்பட்ட தேவைகளை நிறைவு செய்யப் பொதுப் பொறியியல் (civil engineering) உருவானது. பின்னர்த் திட்டமிடல், வரையீடு செய்தல், கட்டுமானப் பணி மேற்கொள்ளல், பராமரிப்புச் செய்தல், போக்குவரத்துப் பாதை அமைத்தல், நீரைப் பாதுகாத்தல், பகிர்ந்து அளித்தல் போன்ற அனைத்துப் பணிகளும் பொதுப் பொறியியல் துறையின் கீழ் வந்தன. எகிப்தில் உள்ள பிரமிடுகள், இந்தியாவில் உள்ள தாஜ்மகால், சீனப்பெருஞ்சுவர் போன்ற கலைச் சின்னங் களும், நீண்ட நெடுஞ்சாலைகளும், மாபெரும் அணைக் கட்டுகளும், பாசனக் கால்வாய்களும், துறை முகங்களும், வானுயர்ந்த கட்டடங்களும், உலகெங்கும் பரவியுள்ள இருப்புப் பாதைகளும், கனிமச் சுரங்களும் பொதுப் பொறியியல் தொழில் நுட்பக் கலையின் அளவற்ற வளர்ச்சியை நன்கு புலப்படுத்துகின்றன.

எந்திரவியல் பிரிவின் தொழில்நுட்பக் கலை தொழிற்சாலைகளை உருவாக்கப் பெரிதும் துணை நிற்கிறது. உலோகங்களின் பண்புகளை அறிவியலின் மூலம் அறிதல், அவற்றின் வேதிமாற்றச் செயல் முறைகளைக் கண்டறிதல், பல்வேறு உலோகங்களின் எந்திர இயக்கவியலை ஆய்ந்து அறிதல், நீர்ம இயக்கவியலைப் பயன்படுத்துதல், வெப்ப இயக்கவியலைக் கணக்கிடல், பொருளாதாரம், தொழிலாளர், உளவியல் ஆகியவற்றில் தேர்ச்சி பெறுதல், உற்பத்தியைப் பெருக்குதல், எந்திரங்களை நவீனப்படுத்துதல் அனைத்தும் எந்திரவியல் தொழில்நுட்பக் கலையில் அடங்கும்.

மின்னியல் பிரிவுத் தொழில்நுட்பக் கலை இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின் மிக விரைவாக வளர்ச்சியடைந்தது. இக்கலை பெரும்பாலும் மின்னியல், காந்தவியல் ஆகிய இரண்டையும் சார்ந்தது. வளர்ச்சி பெற்ற கணிதமும், நவீன கணக்கீட்டு முறைகளும் முழுமையாகப் பயன்பட்டன. மின்னல் மூலம் இயற்கை மின் ஆற்றலை முதலில் அறிவியலார் கண்டறிந்தனர். பின்னர் வேதியியல் ஆய்வு மூலம் மின்சாரத்தினைச் சேமிக்கக் கற்றனர். மின்கலன்கள், மின்சாரம் அளக்கும் எந்திரங்கள் முதலியன கண்டுபிடிக் கப்பட்டன. தொலைபேசி, தந்தி முதலியவற்றைக் கண்டுபிடித்துத் தொடர்பியல் துறைக்கு உறுதுணை புரிந்தனர். மின்சுழற்சி எந்திரங்கள் எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தி உற்பத்தி செய்யும் எந்திரங்கள், மின் ஆக்கப்பொறி, பல்வேறு வகையான மின்விளக்குகள், வானொலிப்பெட்டி, மின் போக்குவரத்துக் கருவிகள் ஆகியவை மக்களின் அன்றாட வாழ்வில் இரண்டறக் கலந்து உலகமே மின்சாரத் தொழில்நுட்பக் கலையால் பயன் அடைந்துள்ளது. பிற்காலத்தில் மின்னியல் பிரிவில் மின் அணுவியல் பிரிவு தோன்றி வியத்தகு முன்னேற்றங்கள் நிகழ்ந்துள்ளன. தொலைக்காட்சிப் பெட்டி, கணிப்பான் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்க அளவில் மேம்பட்டுள்ளன.

வேதிப் பொறியியல் துறை, வேதி மாற்றங்களைப் பயன்படுத்தும் தொழிற்சாலைகள், தொழில்நுட்பங்கள் அனைத்தையும் தன் பிரிவின் கீழ்க்கொண்டு வந்தது. இத்துறை மூலப் பொருள்களை வேதிமாற்றங்கள் மூலம் பல்வேறு உற்பத்திப் பொருள்களாக மாற்றித் தந்தது. இயற்கையாகக் கிடைக்கக்கூடிய உப்பு, சுண்ணாம்பு, கரி, இயற்கை வளிமம், எரிபொருள், எண்ணெய் நீர் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி வேதி மாற்றங்களால் பல்வேறு உலோகங்களையும், செயற்கை இழை, காகிதம், உரம் போன்ற பொருள்களையும் உற்பத்தி செய்ய உதவியுள்ளது. இயற்பியல் மாற்றங்களும் வெப்பம், குளிர்ச்சி, வடிகட்டுதல், கலக்குதல் போன்ற பல்வேறு வழிமுறைகளும் இணைந்து வேதி மாற்றம் நடைபெறுவதால் பல்வேறு மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுப் புதிய பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இத்துறையிலும் அறிவியலார், மருத்துவர் ஆகியோர் மிகுதியாக ஈடுபட்டு மிகுந்த முன்னேற்றம் கண்டுள்ளனர்.

வானூர்திப் பொறியியல் (Aeronautics engineering) ஒரு தொழில்நுட்பக் கலையாகும். இது குறிப்பாக விமானத்தின் உருவாக்கம் மேம்பாடு பற்றி ஆய்வது. இது எந்திரவியல் பொறியியலுடன் இணைந்த தொழில்நுட்பக் கலை ஆகும். விமானத்தில் உள்ள ஆற்றல் அளிப்பு, வான் இயக்கவியல், விமானக் கட்டுமான அமைப்பியல் போன்ற துறைகளில் மேன்மேலும் மாற்றங்கள் நிகழ்ந்து கொண்டே உள்ளன. வழக்கமான தொழில்நுணுக்கங்களை விட வளர்ந்து வரும் அறிவியல் ஆராய்ச்சிகள் அனைத்தையும் பயன்படுத்தும் துறையாக இது வளர்ந்து வருகிறது. நீரோட்ட இயலை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஆராய்ச்சி, இயக்கவியல் கணிதம் முதலியவை மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்துறையும் இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னர் மிக விரைவாக வளர்ந்து வருகிறது. செயற்கைக் கோள்,

வானூர்திகளின் ஆராய்ச்சியில் மிகுந்த முன்னேற்றம் காணப்படுகிறது. முன்பு இவை யாவும் அழிவுப் பணிகளுக்கே மிகுதியாகப் பயன்பட்டன. இப்போது தகவல் தொடர்பியல் துறையிலும் வானிலை ஆராய்ச்சித் துறையிலும் அடிப்படையாகிவிட்டன.

கடல் ஊர்திப் (navigation engineering) பொறியியல் துறையும் வளர்ந்து வரும் தொழில்நுட்பக் கலையேயாகும். இது கப்பல் கட்டும் கலை, திட்டமிடல், இயக்குதல், பேணல், கப்பல்களில் தேவையான ஆற்றலை உற்பத்தி செய்தல், கப்பல்களை வேகமாகச் செலுத்த உதவும் சுழல் காற்றாடி அமைப்புகளை மேம்படுத்துதல் போன்ற பணிகளைக் குறித்துத் தோன்றிய துறை ஆகும். மேலும் இத்துறை கப்பல்களில் இயங்கும் கொதிகலன்கள், நீராவி எந்திரங்கள் ஆகியவற்றின் ஆற்றலைச் சேமித்துத் தேவையான பணிகளுக்கு அளித்தல் போன்றவற்றையும் கொண்டது.

அணுக்கருப் பொறியியல் (nuclear engineering) புதியதொரு தொழில்நுட்பக்கலையாகும். இது அணுவைப் பிரிப்பதன் மூலம் உருவாகும் மிகுந்த ஆற்றலை ஆக்கப் பணிக்கும் இராணுவப் பணிக்கும் பயன்படுத்தும் துறையாகும். இத்துறையில் அணுவைப் பிரிக்கும் முறைபற்றியும் ஆராயப்பட்டு வருகிறது. அணுவைப் பிரிக்கும்போது மிகுந்த வெப்ப ஆற்றல் உருவாகும். அதனைக் கட்டுப்படுத்தி மனித வளத்தை மேம்படுத்த, தொடர்ந்து ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. அணுவெடிகள், சுரங்கப் பணிகளிலும், கட்டுமானப் பணிகளிலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இவ்வாற்றல் இப்போது கப்பல்கள் மற்றும் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களை இயக்கவும் பயன்படுகிறது.

உற்பத்திப்பொறியியல் (manufacturing engineering), தொழிற்சாலைப் பொறியியல் ஆகிய இரு துறைகளிலும் உற்பத்தி செய்யும் பொருள்களின் தரத்தை மேம்படுத்தவும் அதற்குப் புதுப்புது வடிவங்களை அமைக்கவும், திறமை, உற்பத்தி இவற்றை அதிகரிக்கவும், எந்திரங்களை நவீனப்படுத்தவும், தானியங்கி எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தவும், அனைத்து நடவடிக்கைகளையும் ஆய்வு செய்யவும், ஏற்ற செயல்முறைகள் மேற்கொள்ளப் படுகின்றன. கணிதம், இயற்பியல், சமூக அறிவியல், பொறியியல் பகுப்பாய்வு முதலிய துறைகள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு வகையான மாற்றுமுறைகளையும் ஆய்ந்தலசி நிர்வாகத் திறமையை மேம்படுத்தி ஆய்வு செய்யப்பட்ட இயக்க முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். பின்னர் நிகழப்போகும் செயல்களைத் துல்லியமாகக் கணித்துச் சிறந்த இயக்க முறைகளைக் கையாள வேண்டும்.

உணவுத் தொழில்நுட்பத் (food technology) துறையும் தொழில் நுட்பக் கலையின் ஒரு பகுதியாகும். இயற்கையான தானியங்களிலிருந்து உணவுப் பண்டங்கள் தயாரிப்பது, பக்குவப்படுத்துவது, நீண்ட நாள் கெடாமல் பதப்படுத்துவது, புட்டிகளிலும், பெட்டிகளிலும் நிரப்புவது, சேமிப்புக் கிடங்குகளில் பாதுகாப்பது, சத்துள்ள பொருள்களை உணவுப் பொருள்களில் சேர்ப்பது ஆகியவை இப்பொறியியல் முறைகளாகும். ரொட்டி, கனிச்சாறு, சர்க்கரை போன்ற வற்றைத் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் வேதி முறைப்படியும், தாவரவியல், உயிரியல் முறைப்படியும் நலவாழ்வு பேணிக் காக்கப்படும். பல நாடுகளுக்கும் இறைச்சி அனுப்பப்படும்போது கெடாமல் இருக்கப் பதப்படுத்தும் ஏற்பாடுகள் செய்யப்படும்.

மனித இயல்பு பொறியியல் (Human resource engineering) ஒரு சிறந்த தொழில் நுட்பக்கலையாகும். மனித இனத்தின் இயல்பினை அறிந்து சுற்றுப்புறச் சூழல்களை மாற்றியமைத்து, வசதிகள் ஏற்படுத்திச் சோர்வோ சலிப்போ ஏற்படாமல் ஆர்வமாக உழைக்கச் செய்யும் நிலையை ஏற்படுத்துவதே இக்கலையின் நோக்கம் ஆகும். இத்துறை ஊழியர்களின் தகுதியையும், முழுத் திறமையையும் அறிந்து அவற்றை நன்கு பயன்படுத்தித் தேவையான மாற்றங்களை உருவாக்குகிறது. வேலை செய்யும் இடங்களைத் திட்டமிட்டு நலவாழ்வுடன் அமைத்தல், உளவியல் முறையில் ஆய்ந்து சரியான வேலைச் சுமையைத் தீர்மானித்தல், பணியாளர் களுக்கு வசதியான, பரவிய அலுவலக அறைகளை அமைத்தல், காற்றோட்டமும், வெளிச்சமும் ஏற்படுத்துதல், வண்ணப்பூச்சைப் பயன்படுத்துதல், முழுமையான பாதுகாப்பு ஏற்படுத்துதல் ஆகிய பல்வேறு சீரமைப்புகள் உழைப்பவர் களுக்கு மகிழ்வளிக்கும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

தொழிலகக் கரிமத் தொகுப்புச் செயல்முறைகள்

இவை தொழிலக அளவில் கரிமச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கையில் பின்பற்றப்படும் ஒரும வினைமுறைகள். கரிமத் தொகுப்புகளில் பயன்படும் ஒரும வினைமுறைகளுள் முதன்மையானவை ஹாலோஜ னேற்றம், ஹைட்ரஜன் நீக்கம், நீரேற்றம், நீர் நீக்கம், நைட்ரோ ஏற்றம், அல்க்கைல் ஏற்றம், மாற்றிய மாக்கல் (isomerisation), குறுக்கம், பல்லுறுப்பி ஆக்கம், எஸ்ட்டராக்கம் ஆகியன. கரிம வேதிப்பொருள் தயாரிப்புத் தொழில் பெரும்பாலும் தொகுப்பு வினைகளையே அடிப்படையாகக் கொண்டது; சில தயாரிப்புகளில் சிதைவு வினைகளும் பயன்படுகின்றன.

கரிமத் தொகுப்புச் செயல்முறைகளில் பல இணை வினைகளும், தொடர் வினைகளும் நிகழ்கின்றன. இதன் விளைவாக, விரும்பப்படும் வினை விளைபொருளுடன் வேறு சில உடன் விளைபொருள்களும் தோன்றுகின்றன. எனவே,

மொத்தச் செயல்முறையின் வினை விரைவு மாறிலி பல தனி வினைகளின் வினை விரைவு மாறிலிகளின் சிக்கலான சார்பலனாகும். இச்சார்பலன் வெப்பநிலை, அழுத்தம், வினைப்படு பொருள்களின் செறிவுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். தயாரிக்கப்படும் பொருளின் தேர்திறன் (selectivity) அப்பொருளை விளைவிக்கும் வினையின் வினைவேக மாறிலிக்கும், வினைப்படு பொருளைச் செலவழிக்கும் வினைகள் யாவற்றின் மொத்தக் கூட்டு வினையின் வினைவேக மாறிலிக்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். தயாரிப்புக்கு இலக்கான பொருளை அளிக்கும் வினையை மட்டும் ஊக்குவிக்கவல்ல சிறப்பு வினையூக்கி களைப் பயன்படுத்தித் தேர்திறனை உயர்த்தலாம். பல்லுறுப்பி ஆக்கம், ஹைட்ரஜனேற்றம் முதலிய பருமன் குறைப்பை உருவாக்கும் வினைகளை உயர் அழுத்தத் தினால் முடுக்கிவிடலாம். மாறாக, ஹைட்ரஜன் நீக்கம், பல்லுறுப்பு முறிவுவினை (depolymerisation), மூலக்கூறுகள் சிதைந்து வளிம மூலக்கூறுகளை உமிழ்தல் ஆகியன வெற்றிடத்தில் ஊக்கம் பெறுகின்றன.

வளிம நிலைமை வினைகளான ஆக்சிஜனேற்றம், குளோரினேற்றம், ஹைட்ரஜனேற்றம் ஆகியவற்றின் கட்டிலா ஆற்றலையும், வினைவிரைவையும் கூடுதலாக்குவதற்கு வெப்பநிலையையும் அழுத்தத்தையும் கட்டுப்படுத்தினால் போதும். வளிமத்தை நீர்மத்தில் உறிஞ்சி நிகழ்த்தப்படும் வினையின் வினைப்படு பொருளின் செறிவுகளைக் கூட்டுவதும், வினை விளைபொருள்களை வினைக் கலத்திலி ருந்து அகற்றுவதும் சிறந்த உத்திகளாகும்.

வினையூக்கிகளைத் தவிர, வினைத் தொடங்கி (initiator), ஒளிப்பாய்ச்சும் அமைப்புகள் ஆகியனவும் பயனாகின்றன. பார.்.பீன் வகை ஹைட்ரோகார்பன்களின் ஆக்சிஜனேற்றம், பென்சீனில் குளோரினேற்றம், எத்திலீன் பல்லுறுப்பாக்கம், ஒட்டுச் சங்கிலி கொண்டு பல்லுறுப்புத் தயாரித்தல், ரப்பரைப் பதனிடல் ஆகியன அயனியாக்கவல்ல ஒளிக்கற்றையைக் கொண்டு நிகழ்த்தவல்ல வினைகளாகும். வெப்பத்தால் நிகழ்த்தப்படும் வினையின் வினைப்பொருள் களுடன் ஒப்பிடுகையில் ஒளிக்கற்றையைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படும் வினையின் வினைப்பொருள்கள் உயர் தன்மைகளைக் கொண்டுள்ளன. காட்டாக, ஒளிவீச்சு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட தயோகால் எனும் ரப்பர், வெப்பம், ஓசோன், வலிமிகு அமிலங்கள், ஆக்சிஜனேற்றிகள் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஒளிவீச்சின் துணைகொண்டு நிகழ்த்தப்படும் வினைகள் விரைவாக முழுமை அடைகின்றன.

பலபடித்தான செயல்முறைகளில் இருவேறு நிலைமைகளிலுள்ள வினைப்படு பொருள்கள் நன்கு கலந்து வினையுற வேண்டியுள்ளமையால், மின் விசையால் இயக்கப்படும் திறப்பாடுமிக்க கலக்கிகள் தேவைப்படுகின்றன. விரவல் கட்டத்தினால் மொத்த விரைவு வரையறுக்கபபடும் பலபடித்தான வினைகளை விரைவாக்குவதற்கு இரு வேறு நிலைமையிலுள்ள வினைப்படு பொருள்களை நன்கு கலக்குதல் கட்டாயத் தேவையாகிறது.

வினையை விரைவாக்குவதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வழிமுறையைப் பின்பற்றலும் பின்பற்றாமையும் அம்முறையில் பயனாகும் சிக்கலான கருவி அல்லது அமைப்புக் கொண்டு முடிவெடுக்கப்படும். தயாரிப்பு முறைகளில் புது உத்திகளைக் கையாள்வதால் கருவிகளின் வடிவமைப்புகளிலும் பெரும் முன்னேற்றம் காணப்பட்டுள்ளது. சான்றாக, முன்பு ஈடுமுறையில் (batch process) மட்டுமே தயாரிக்கப்பட்டு வந்த பல வேதிப்பொருள்கள் இன்று தொடர் பாய்வு முறையில் (continous flow method) தயாரிக்கப் படுகின்றன; ஒரு குறிப்பிட்ட முதன்மையான வேதிப்பொருள் தயாரிக்கப்படுவது மட்டுமன்றி, முன்பு கழிவுப் பொருள் களாகக் கருதப்பட்ட உடன் விளை பொருள்களும், கிளை விளைபொருள்களும் தனித்துப் பிரிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தொழிலகக் கரிமத் தொகுப்பு முறைகளுள் மெத்தனால் தயாரிபபு, எத்தனால் தயாரிப்பு, 1, 3 பியூட்டாடையீன் தயாரிப்பு ஆகியன முழுமையாக அறியப்பட்டவையாகும். முதன்மையான வினை விளைப் பொருளின் விளைச்சலைக் கூடுதலாக்குவதற்கு வினையூக்கித் தேர்வும், வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகிய துணையலகுகளில் துல்லியமாகக் கணக்கிடப்பட்ட மாற்றமும் ஏற்ற உத்திகளாகும். எடுத்துக்காட்டாக, மெத்தனால் தயாரிப்பில் நிகழத்தக்க வினைகள் யாவற்றிலும் மெத்தன லை விளைவிக்கும் வினை மட்டுமே மிகப் பெரும் பருமன் குறைப்பைத் தோற்றுவிக்கிறது. எனவே, லீசாட்லியர் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி அதாவது, மிக உயர் அழுத்தத்தை அளித்து மெத்தனால் மட்டுமே வினையுறுமாறு செய்யலாம்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தொழிலக்க் கரிமத் தொகுப்பு மூலப்பொருள்கள்

வேதித் தொழிலில் தொகுக்கப்படும் கரிமப் பொருள்களின் அளவுகளும், வகைகளும் பெருகி வருகின்றன. நெகிழி, (plastic), ரப்பர், இழை, கோந்துப் பொருள், சாயம், குழைவனம், உயவுப் பொருள், கரைப்பான், புறப்பரப்புச் செயலி, பூச்சிகொல்லி மருந்து, நறுமணப் பொருள் என எண்ணிறந்த வகைகள் தொகுக்கப்படுகின்றன. இவை யாவற்றுக்கும் தேவைப்படும் மூலப்பொருள்கள் நிலக்கரியி லிருந்தும், பெட்ரோலியத்திலிருந்துமே பெரிதும் கிடைக் கின்றன. தொல்லுயிரெச்சங்களான (fossil fuels) இவ்

விட்டு இயற்கை வளங்களும் இன்றைய நாகரிகத்திற்கு அடிப்படையாக விளங்குவதற்கு விளங்குகிறது இதுவும் ஒரு காரணமாகும்.

நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்தலில் (காற்றற்ற கலனில் சூடுபடுத்தல்) விளையும் பொருள்களில் நிலக்கரித் தார் முதன்மை பெற்றது. நிலக்கரித் தாரை வாலை வடித்தல் வாயிலாக வெவ்வேறு கொதிநிலை வரம்புகளைக் கொண்ட பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றுள் அடங்கிய அரோமாட்டிக் சேர்மங்களான பென்சீன், டொலுவீன், ஃபீனால், நாஃப்தலீன், கிரசால்கள், ஆந்த்ரசீன் ஆகியன நுகர் பொருள்களின் தயாரிப்புக்கான மூலப்பொருள்களைத் தொகுக்க உதவும் அடிப்படையாகின்றன.

பென்சீனைத் தொடக்கப் பொருளாகக் கொண்டு நைட்ரோபென்சீன், அனிலீன், ஃபீனால், ஸ்டைரீன், டி.டி.ட்டி, மலியிக் நீரிலி, ஃபீனைல் எத்தில் ஆல்கஹால் ஆகியன தயாரிக்கப்படுகின்றன. நைட்ரோபென்சீன் காலணி மெருகுப் பொருளாகவும், அனிலின் சாயம் தயாரிக்கவும், ஃபீனால் பேக்லைட் எனும் நெகிழி மற்றும் தொற்றுநீக்கித் தயாரிக்கவும், ஸடைரீன் பாலிஸ்டைரீன் என்னும் நெகிழி மற்றும் தொற்றுநீக்கித் தயாரிக்கவும், டி.டி.ட்டி. பூச்சி கொல்லியாகவும் பயன்படுகின்றன. ஃபீனாலை மூலப்பொருளாகக் கொண்டு சாலிசிலிக் அமிலம், ஆஸ்பிரின், ஃபினசிடின் போன்ற வலிநீக்கிகள், பிக்ரிக் அமிலம் போன்ற நிறப்பொருள்கள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கலாம். நாஃப்தலீனைத் தாலிக் நீரிலியாக மாற்றி, தாலிக் நீரிலியை மூலப்பொருளாகக் கொண்டு சாயங்களைத் தயாரிக்கின்றனர்.

பெட்ரோலியத்தை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவதுடன் வேதிப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும் ஈடுபடுத்தலாம் என்று அறியப்பட்டவுடன் நுகர்பொருள்களுக்கான மூலப் பொருள்களைப் பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெறும் முயற்சி முடுக்கிவிடப்பட்டது. இயற்கை வளிமத்தையும் பெட்ரோலியத்தையும் நேரடியாக வாலைவடித்தல் செய்வதாலும், பிளத்தல் (cracking) வினையூக்கவகை திருத்தம் (catalytic reforming) செய்வதாலும் கிடைக்கும் பொருள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு வேதித் தொழிலைப் பரந்ததாக்கும் முறை வழக்கிலுள்ளது. இங்கு, பென்சீன், டொலுவீன் போன்ற அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள், ஐசோபியூட்டின், பியூட்டாடையீன், எத்தீலின் போன்ற அல்க்கீன்கள், ஹைட்ரஜன் போன்ற எளிய வளிமங்கள் ஆகியன தோன்றுகின்றன. இவற்றைத் தொடக்கப் பொருள்களாகக் கொண்டு நெகிழி, ரப்பர், மாசு நீக்கி, பூச்சிகொல்லி, உரம், சாயம், வெடிபொருள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கலாம்.

மூலப்பொருள்கள் யாவும் தூய்மைப்படுத்தப்பட வேண்டும். நீர், கந்தகச் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றைப் பிரித்த பின்பு ஹைட்ரோகார்பன்களைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தல் வேண்டும். குளிர்வித்தல், அமுக்கம் ஏற்றுதல், உறிஞ்சுதல், பரப்புக் கவர்தல், வாலை வடித்தல், சீர்செய்தல் ஆகியன ஹைட்ரோகார்பன் பிரிப்புக்குப் பயன்படும் முதன்மையான வழிமுறைகளாகும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தொழிலகக் கழிவுத் தூய்மிப்பு முறைகள்

தொழிலகக் கழிவுநீரை அவற்றின் தோற்றுவாய் அடிப்படையிலோ இயைபு அடிப்படையிலோ வகையிடலாம். மிகப் பெரிய கொள்ளளவில் கழிவு வெளியேற்றம் செய்யும் தொழிலகங்களிலிருந்து வெளியேறும் மாசுப்பொருள் களின் இயைபுகள் அட்டவணை 1 (பக். 797) இல் தரப்பட்டுள்ளன. தொழிலகங்களிலிருந்து வெளியாகும் நீர்ம நிலைக் கழிவுகளில் பல்வேறு நச்சுப் பொருள்களின் பெரும அனுமதி வரம்புகள் (maximum permissible limits) அட்டவணை 2இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. அனுமதிக்கப்பட்ட வரம்பு களுக்குட்பட்டும் இந்நச்சுப் பொருள்கள் விலங்கினங் களுக்கும், பயிரினங்களுக்கும் ஊறுவிளைவிக்காதன என உறுதியாகக் கூறமுடியாது. பல்வேறு தொழிலகங்களுக்கான நீரின் (தர) அனுமதி எல்லைகள் அட்டவணை 2 இல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

கலக்கப்படும் நீர்நிலைகளில் நீர்மக் கழிவுகள் தோற்றுவிக்கும் பாதிப்பு மாசுப் பொருள்களின் இயைபையும், இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளையும் பொறுத்ததாகும். இவ்வடிப்படையில் நீரியக் கழிவுகளைக் குறிப்பிட்ட நச்சுத் தன்மை கொண்ட கனிம வகை மாசுப் பொருள்கள், நஞ்சுகள் உள்ளிட்ட கரிம மாசுப் பொருள்கள் எனப் பகுக்கலாம். முதல் தொகுதியில் சோடா சாம்பல் (சோடியம் கார்போனேட்), கந்தக அமிலம், நைரட்ரஜன் உரங்கள், செறிவேற்றப்பட்ட கனிமங்கள், உலோகப் பிரிப்பு ஆகிய தொழில்களில் உருவாகும் மாசுகள் அடங்கும். இம்மாசுப் பொருள்கள் கலக்கப்படும் நீர்நிலையின், கரைந்த உப்புச் செறிவைக் கூடுதலாக்குகின்றன. ஏற்கும் நீர்நிலையின் அமில-காரத்தன்மை (pH), ஒளிப்புகவிடும் பண்பு, நிறம், மணம், சுவை ஆகியவற்றை மாற்றுகின்றன. அடித்தளத்தில் வீழ்படிவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. யாவற்றுக்கும் மேலாக, நீர்வாழ் உயிரினங்களுக்கு நஞ்சாகின்றன.

இரண்டாம் தொகுதியைச் சார்ந்த நீர்மக் கழிவுகள் பெட்ரோலியப் பொருள்களின் தயாரிப்பு, நிலக்கரியில் கரிச் செறிவேற்றம் (carbonisation of coal), மரக்கூழ் மற்றும் காகிதத் தாயாரிப்பு, கரிம வேதிப்பொருள் தொகுப்பு ஆகிய தோற்றுவாய்களிலிருந்து உருவாகின்றன. இவ்வகைத் தொழிற்சாலைக் கழிவுகளில் அடங்கியுள்ள பொருள்கள்

அட்டவணை 2

பல்வேறு தொழிலகங்களுக்கான நீரின் (தர) அனுமதி எல்லைகள் (tolerances) புவியலில் பங்குகள் (PPM) அளவையில்

தொழிற்சாலை வகை	கலங்குமை	நிறம்	நெடி, சுவை	கடினத்தன்மை $CaCO_3$ ஆக	காரத்தன்மை $CaCO_3$ ஆக	இரும்பு	மங்கனீஸ்	குளோரைடு	மொத்தத் திண்மங்கள்	PH
அடுதல் (baking)	10	10	குறைவு	-	-	0.2	0.2	-	-	-
சோடா பானம்	0-2	10	கூடாது	250	50	0.2	0.2	-	850	7
புளிப்பேற்றல் (brewing)	5-10	10	குறைவு	100	75-100	0.1	0.1	100	500-1000	7
சாராயம் காய்ச்சுதல்	1	1	கூடாது	0	1	0.02	0.02	1	2	7
மின் முலாம் பூசுதல்	1	5	குறைவு	0	1.0	0.1	0.1	1	2	7
உணவுப் பதப்படுத்துதல்	5	5-10	கூடாது	0	25-50	0.2	0.2	-	150-850	7-8
பனிக்கட்டித் தயாரிப்பு	2	5	கூடாது	50	50	0.2	0.2	-	150	7-8
துணி வெளுத்தல்	1	2	குறைவு	50	60	0.1	0.1	-	-	6-6.8
கண்ணாடிக்கு வெளிப்பூச்சு	2	5	குறைவு	0	-	0.05	0.05	1	2	6.8-7.2
மரக்கூழ், காகிதம்	10-40	5-25	-	100	75	0.01-0.2	0.05-0.1	75-200	200-300	6.5-7.5
நெசவு	1.5-5	5-20	-	10	75	0.05	0.1	-	200	-
மருந்துத் தயாரிப்பு	0	0	கூடாது	-	-	0	0	-	1	6.8-7.2

அட்டவணை 3

நீரில் இடம் பெறக்கூடிய முதன்மையான மாசுப் பொருள்கள்

அயனியாகிக் கரைந்துள்ளவை		அயனி வகையல்லாதன மற்றும் நீரில் கரையாதன	வளிம நிலையிலுள்ளவை
நேர் மின் அயனி வகை	**எதிர் மின் அயனி வகை**		
கால்சியம்	பைகார்பனேட், கார்பனேட், ஹைட்ராக்சைடு	கலங்குமை, மண், அழுக்கு	கார்பன்-டை-ஆக்சைடு
மக்னீசியம்	சல்ஃபேட், குளோரைடு	கரிமப் பொருள்கள்	நைட்ரஜன்
சோடியம்	நைட்ரேட்	நிறப் பொருள்கள்	ஆக்சிஜன்
பொட்டாசியம்	பாஸ்ஃபேட்	நுண்ணுயிரிகள்	ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு
அம்மோனியம்	ஃபுளூரைடு	ஆல்காக்கள் (பாசி)	அம்மோனியா
இரும்பு	கரிமப் பொருள்கள்	எண்ணெய்	மெத்தேன்
மாங்கனீஸ்	நிறப் பொருள்கள்	உலோக ஆச்சைடுகளும், ஹைட்ராக்சைடுகளும்	-

அட்டவணை 4

கழிவு நீரைத் திருத்தும் முறைகளில் அடங்கியுள்ள வேதிப் பொறியியல் உத்திகள்

செயல்முறை அல்லது சாதனத்தின் பெயர்	பணி	குறிப்புரைகள்
பற்சட்டங்கள் மற்றும் பெருந்துளைச் சல்லடைகள்	பெரிய திண்மத் துகள்கள் அகற்றம்	முன்னோடிச் செயல்முறை
பொடியாக்கும் மற்றும் அரைக்கும் அமைப்புகள்	திண்மங்களைத் தூளாக்குதல்	" "
பாய்மச் சமமாக்கல்	சமச்சீராக்கல்	" "
ஏடு அகற்றம் (stimming)	சோப்பு, உயவு நெய், தக்கை, மரத்தூள் ஆகிய மிதக்கும் பொருள்களை அகற்றுதல்	" "
இழை திரளாக்கம் (flocculation)	சிதறிய நிலையிலுள்ள பொருள்களில் படிவித்தலை மேம்படுத்துதல்	" "
முதநிலைக் காற்றூட்டம்	நீரியப் பங்கீட்டுச் சீர்மை, நீரில் கரைந்த நிலை ஆக்சிஜனின் செறிவேற்றம்	" "
படிவித்தல்	புவி ஈர்ப்பில் படியவல்ல பொருள் அகற்றம்	" "
மிதவை	புவிசார்ப்புப் படிவித்தலுக்குப் பதிலீடான செயல்முறை	திண்மங்கள் அகற்ற முறை
நுண்துளைச் சல்லடைகள்	புவிசார்ப்புப் படிவித்தலுக்குப் பதிலீடு	" "
நுண் துகள் சலித்தல் (Mircro screening)	உயிர்வேதி அல்லது வேதி வகைத் திருத்தத்திற்குப் பின்பு திண்மத் துகள் அகற்றம்	இரண்டாம் கட்டத் திருத்தம்
வேதிப் பொருளால் வீழ்படிவாக்கல்	கூழ்ம நிலைப் பொருள் அகற்றம்	வேதி இயற்பியல் செயல் முறை
குளோரினேற்றம்	தொற்று நீக்கம்	அலகு செயல்முறை
நெடியகற்றம்	விரும்பத் தகாத நெடிகளை மொத்தமான அகற்றுதல்	" "

உயிரினங்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கவல்லன. இவை கலக்கப்படும் நீர்நிலைகளில் இவற்றின் விளைவுகள் பலவகைப்பட்டன. இக்கரிம மாசுகளில் மிகப் பெரும்பாலானவை ஆக்சிஜனேற்றமடையவல்லன. இதற்கென அவை நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்துகின்றன. நீர்வாழ் உயிரினங்களுக்குத் தேவையான ஆக்சிஜனின் செறிவு இந்நீர்நிலையில் குறையத் தொடங்குகிறது. எனவே, ஒரு நீர் நிலை எந்த அளவுக்கு மாசுற்றுள்ளது என அறிய வேண்டுமாயின், அதிலுள்ள கரிமக் கழிவுப் பொருள்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதற்கு அதாவது, நிலைப்படுத்துவதற்குத் தேவைப்படும் ஆக்சிஜனின் அளவு தெரிய வேண்டும். இதனை உயிர் வேதி ஆக்சிஜன் தேவை (biochemical oxygen demand) என்னும் அளவையால் குறிப்பிடுதல் வேண்டும். உ.ஆ.தே. (BOD) என்பது ஒரு நீர்நிலை, கெடுதியுற்றமைக்கான அளவுகோலாகும். ஒரு நீர்நிலை அல்லது கழிவுநீரின் உ.ஆ.தே. என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரிலுள்ள கரிமக் கழிவுப் பொருள்களை நுண்ணுயிரிகளால் நிலைப்படுத்துவதற்குத் தேவைப்படும் ஆக்சிஜனின் மி.கி. எடையாகும். நேர அதிகரிப்பிற்கேற்ப உ. ஆ.தே. உயர்ந்துகொண்டே போகும். கழிவு கலக்கப்பட்ட நாளிலிருந்து 21 ஆம் நாளில் மொத்த உ.ஆ.தே-இல் கணிசமான பங்கு (80%) அடையப்பெறும். எனவே, வழக்கத்தில் (உ.ஆ.தே)5 நாள் அளவே குறிப்பிடப்படுகிறது. கழிவு கலக்கப்பட்ட தருணத்தில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு (dissolved Oxygen அல்லது DO) மற்றும் ஐந்தாம் நாள் நீரில் எஞ்சியுள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு ஆகியவற்றுக்கான வேறுபாடு (உ.ஆ.தே.) 5 நாள் ஆகும். பொதுவாக, 5 நாள்-உ.ஆ.தே அளந்தறியப்படுகிறது. (உ.ஆ.தே.) 5 இன் எண் மதிப்பு 2 மி.கி. / லி. என்னும் நிலைக்கும் குறைவாகும் போது நீரிலுள்ள கரிமப் பொருள்கள் யாவையும் நிலைப்படுத்தப்பட்டுவிட்டனவாகக் கொள்ளலாம்.

தொழிலகங்கள் நீர்நிலைகளில் கழிவைச் சேர்ப்பதோடன்றி, நல்ல நீரைப் பெரிய அளவில் பயன்படுத்துகின்றன. இதன் விளைவாகக் குடிநீர்த் தட்டுப்பாடு மிகுதியாகிறது. தொழிலகங்கள் கழிவுநீரைத் தூய்மையாக்கி மீண்டும் பயன்படுத்துதலே இச்சிக்கலுக்கேற்ற தீர்வாகும். கழிவுநீர் மறுசுழற்சியைக் கீழ்க்காணும் மூன்று உத்திகளில் செயல்படுத்தலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்முறையில் உருவாகும் கழிவுநீரைத் தூய்மையாக்கி, அச்செயல்முறையிலேயே மீண்டும் பயன்படுத்தலாம்; ஒரு கட்டத்தின் கழிவுநீரை அடுத்த கட்டத்தில் பயன்படுத்தலாம்; தூய்மையாக்கப்பட்ட நீரைத் தொடர்பற்ற தொழில்நுட்பச் செயல்முறையில் ஈடுபடுத்தலாம். முழுமையாக ஆவியாக்கி நீரை அகற்றுதல், பயன்படுத்தப்படாத, தனித்து ஒதுக்கப்பட்ட நிலத்தில் இறைத்தல், ஓர் ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டையில் சில வாரங்கள் தேக்கிவைத்துக் கரிம மாசுப் பொருள்கள் நிலைப்படுத்தப்பட்ட பின்பு, நீர்நிலைகளில் கலத்தல் ஆகியன பிற செயல்முறைகளாகும்.

தூய்மையாக்கல் முறையின் அடிப்படைக் கொள்கையின்படி நீர்மக் கழிவுகளை எந்திர வகை இயற்பியல்-வேதிமுறை, வேதி முறை, உயிர்வேதி முறை, வெப்ப வகை ஆகிய முறைகளால் தூய்மையாக்கலாம்.

எந்திர வகை முறை மிகவும் எளிதானது. படிவித்தல், வடிகட்டுதல், தெளியவைத்தல் ஆகியன இதில் அடங்கும். சிதறிய நிலையிலுள்ள பெரிய துகள்களைப் பிரிப்பதற்குப் பயன்படும் இம்முறை மொத்த தூய்மையாக்கல் முறையின் முதற் கட்டமாகும். படிவிக்கும் தொட்டி, சல்லடை, வடிகட்டி ஆகியன இங்குப் பயன்படும்.

இயற்பியல் வேதிச் செயல்முறைகள். நுண்ணிய துகள் சிதறல்கள் திரிக்கும் பொருள்களைக் கொண்டு வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன. வினையூக்கப்பட்ட கரி, சாம்பல், உலோகப் பிரிப்புக் கசடு ஆகியவற்றின் மீது புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி நிகழ்த்துதல், கரைப்பான்களைக் கொண்டு சாறு இறக்கல், நீராவி வாலை வடித்து அகற்றுதல், அயனிப் பரிமாற்றம் ஆகியனவும் இவ்வகையில் அடங்கும். கிளர்வூட்டப்பட்ட அல்லது வினையூக்கப்பட்ட கரியின்மீது புறப்பரப்பு உறிஞ்சதல் நிகழ்த்துதலால் இரும்பு வகையல்லாத உலோகப் பிரிப்பில் உருவாகும் கழிவுகளிலிருந்து தாமிரம், துத்தநாகம், நிக்கல், காரீயம் ஆகிய உலோகங்களை மீட்கலாம். அயனிப் பரிமாற்று முறையும் இத்துறையில் பெரும் பயன்தரும். நீர்மக் கழிவுகளிலிருந்து ஃபீனால்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்குப் பென்சீன், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு, பெட்ரோலிய வகை எண்ணெய் ஆகியவற்றைக் கொண்டு சாறு இறக்கல் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். நீராவி வாலை வடித்தல் வாயிலாகப் பிரித்துச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் அந்நீராவியைச் செலுத்தினால் ஃபீனால் சோடியம் ஃபீனாலேட்டாக மாறிச் சேமிக்கப்படுகிறது.

வேதி வகை முறைகளில் நீர்மக் கழிவுகள் குறிப்பிட்ட வேதிப் பொருள்களுடன் வினைப்படுத்தப்பட்டு, நடுநிலையாக்கல், ஆக்சிஜனேற்றம், ஒடுக்கம், குறுக்கவினை ஆகிய வினைவழிமுறை மூலம் நச்சுத் தன்மையற்ற பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வழிமுறைகள் செலவினமிக்கவை. வினைவிளை பொருள்கள் நச்சுத்தன்மையற்றவையாக இருப்பினும், கலக்கப்படும் நீர்நிலைகளை இயல்பிழக்கச் செய்கின்றன. இத்தொகுதியில் முதன்மையானது குளோரினேற்றம் ஆகும். இவ்வுத்தியைக் கொண்டு கழிவுப்பொருளின் நெடியகற்றம், பூசண ஒழிப்பு, சயனைடு போன்ற கொடிய நஞ்சுகளை தீங்கிழைக்காத சேர்மங்களாக மாற்றுதல் ஆகியவற்றை நிகழ்த்தலாம்.

உயிர் வேதி வகைத் தூய்மைப்படுத்துதல் கரிமப் பொருள்களைப் பெருமளவு உள்ளடக்கிய கழிவுகளுக்கே பொருந்தும். குறிப்பிட்ட தன்மை கொண்ட நுண்ணுயிரியைக் கொண்டு கரிமப் பொருள்களை அழித்தல் இம்முறையின்

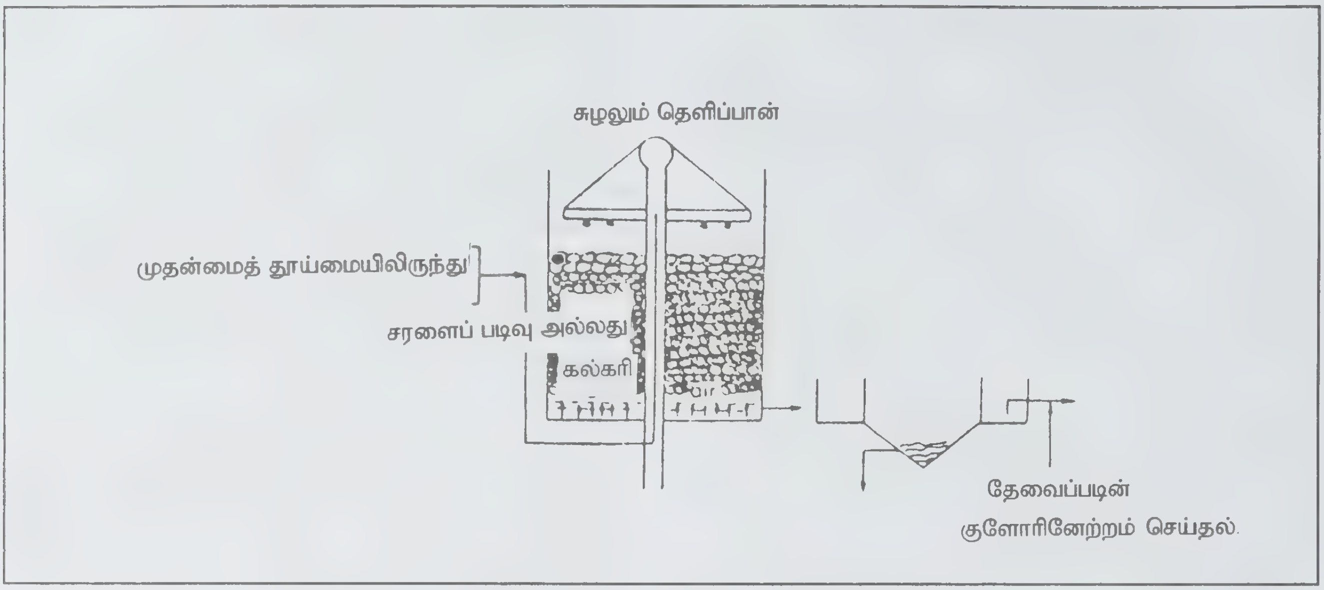
மையக் கருத்தாகும். உயிர்வேதி ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளின் மூலம் கரிமச் சேர்மங்கள், கனிம சல்ஃபைடுகள், அம்மோனியம் உப்புகள் ஆகியன தீங்கிழைக்காத எளிய மூலக்கூறுகளான நீர், கார்பன் டைஆக்சைடு, நைட்ரேட் மற்றும் சல்ஃபேட் அயனிகள் என மாற்றப்படுகின்றன. குறைந்த செறிவு இடம் பெறும் கழிவுகளை நுண்ணுயிரிகளினால் முழுமையாக நிலையிறக்கம் செய்யலாம். இத்தூய்மை யாக்கல் முறைக்கு உட்படுத்தப்பட வேண்டிய கழிவுகளில் கரிமச் சேர்மங்களின் பெருமநிலை அனுமதி வரம்புகள் கரிமச் சேர்மத்தின் வகையைப் பொறுத்தவை. இவ்வரம்புகளாவன (கி./மீ^{3}); கரிம அமிலங்களுக்கு: 100-500; ஆல்கஹால்கள் மற்றும் ஈதர்களுக்கு: 300-500: உலோக அயனிகளுக்கு 1-10; ஃபீனால்:1000 இம்முறையின் முதன்மை வினையாக ஆக்சிஜனேற்றம் மெதுவாக நிகழ்வதால் வினை முழுமையடைய உயர் கொள்ளளவு கொண்ட கலன் தேவை. இது இம்முறையின் குறைபாடாகும்.

உயிர் வேதித் தூய்மையாக்கலை ஆக்சிஜன் முன்னிலையிலும் (aerobic) ஆக்சிஜனற்ற சூழ்நிலையிலும் ஆக்சிஜனற்ற சூழ்நிலையிலும் (anaerobic) நிகழ்த்தலாம். காற்றூட்டச் சூழ்நிலையில் கையாளப்படும் உத்தி பொதுவாக எங்கும் பயன்படுத்தப்படுவதாகும். உயர் நிகழ்மேனி கொண்ட இச்செயல்முறை மாசுப் பொருள்களை முழுதும் அகற்றுகிறது. கரிமச் சேர்ம அடக்கம் மலிந்த கழிவுப் பொருள்களின் உயிர் இயைபுவழித் தூய்மையாக்கல் முறையில் முதனிலைக் கட்டமாக காற்றற்ற சூழ்நிலைக் கழிவகற்றம் மேற் கொள்ளப்படுகிறது. இக்கட்டத்தில் 10-20 மடங்கு உ.ஆ.தே. குறைப்பு நிகழ்வதால், பிந்திய காற்றூட்டச் செயலாக்கம் எளிதாகிறது.

தொழிலக மற்றும் நகரியக் கழிவுகளை உயிர் இயைபு முறையில் திருத்துவதற்குச் சிறப்பாகத் தயாரிக்கப்பட்ட நிலத்தில் வடிகட்டுதல், சொட்டும் வடிகட்டிகள் (trickling filters), ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டைகள் (oxidation ponds) ஆகியன முதன்மை உத்திகளாகும். சொட்டும் வடிகட்டி அமைப்பில் துளையிடப்பட்ட, வலிவூக்கப்பட்ட கற்காரை யினாலான தளத்தின்மீது பல்வேறு அளவு கற்களாலும், சரளையாலுமான பல்லடுக்குப் படுகை நிறுவப்படுகிறது. இத்திண்ம அமைப்பின் மீது சுழலும் ஆரத் தண்டுகளாலான சக்கர வடிவுத் தெளிப்பானின் மூலமாகக் கழிவு தெளிக்கப்படுகிறது. இதனால் படுகையின்மீது கழிவு சமச்சீராகப் பரவுகிறது. மெல்ல மெல்ல வடியும்போது படுகையின்மீதான நுண்ணுயிர்ப் படலத்தினால் உயிரியைபு ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து கழிவு அழுகும் நிலையகற்றம் அடைகிறது. அடித்தளத்தில் துளைகளின் வழியே மேல்நோக்கிக் காற்று செலுத்தப்படுகிறது. இயல்பான காற்றோட்டம் இருக்குமாயின், செயல்முறைச் செலவு குறையும். திண்மப் படுகையின் உயரம் 2 மீட்டருக்கு மேற்படின், இறைப்பியினால் காற்றைச் செலுத்த வேண்டும். பெரிய அளவில் தேங்கும் கார்பன் டைஆக்சைடை விலக்குவதற்கும் காற்றூட்டம் தேவைப்படுகிறது. நுண்துளை மலிந்து, வலிவான உலோகப்பிரிப்புக் கசடு, நொறுக்கப்பட்ட பாறை, சரளைக்கல், கல்கரி, நெகிழி (plastic) வடிகட்டிகள் ஆகியன திண்மப் படுகைகளாகப் பயனாகின்றன. வட்ட வடிவிலான இவ்வடிகட்டிகள் 6-30 மீ. ஆரம் கொண்டவை; நாள் ஒன்றுக்கு 1000-40,000 மீ^{3} தூய நீரைத் தரவல்லவை. தூய்மையாக்கும் திறன் வடிகட்டியின் உ.ஆ.தே. சுமையைப் பொறுத்ததாகும். ஒவ்வொரு க.மீ. படுகைக் கொள்ளவுக்கும் சுமத்தப்படும் கழிவின் உ.ஆ.தே.யை உ.ஆ.தே.சுமை எனலாம்.

திண்மப் படுகையின் உயரம், திண்மக் கற்களின் அளவு, கழிவுநீர்ப் பங்கீட்டின் சீர்மை, காற்றூட்டத்தின் சீர்மை ஆகியன செயல்முறையின் திறப்பாட்டை அறுதியிடும் பிற காரணிகளாகும். பொதுவாக, 150-1500 கி./மீ^{3}. உ.ஆ.தே. கொண்ட கழிவு வடிகட்டிலிருந்து வெளிவரும்போது 10-25 கி./மீ^{3} அளவுக்குக் குறைகிறது. வடிகட்டிப் படுகைமீது படிந்துள்ள சிதைவு விளைபொருள்கள் அல்லது படலத்தை கழுவி அகற்றும் நோக்கத்துடன் கழிவை மறுசுழற்சி செய்தல் இன்றியமையாதது. இதனால் செயல்முறையின் திறன் கூடுகிறது.

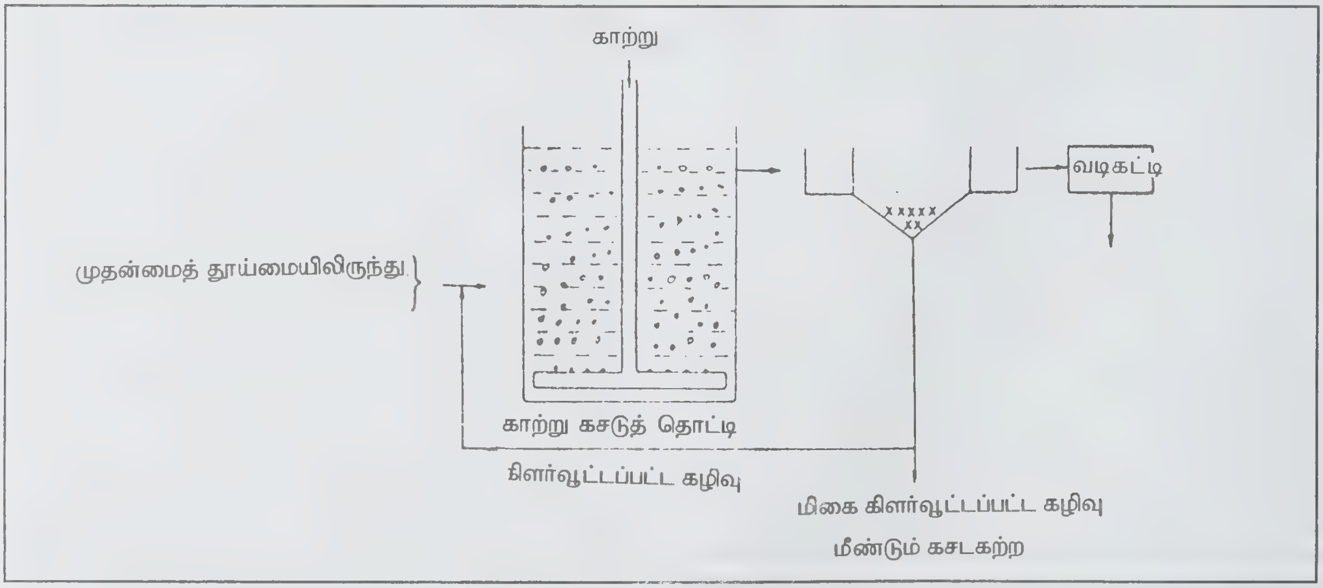
ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டைகள் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரையினாலான சேமிப்புக் கலங்களாகும் (100மீ.x 10மீ.x5மீ.), இதனூடே காற்று தொடர்ச்சியாகவும், சீர்மையாகவும் செலுத்தப்படுகிறது. சமச்சீர்மையான காற்றூட்டத்திற்காகத் துளையிடப்பட்ட தகடு, துளையிடப்பட்ட குழாய், நுண்துளை முகப்பு, நுண்துளைத் தடுப்பு போன்ற கருவிகள் நடைமுறையிலுள்ளன. கலக்கிகளைக் கொண்டும் நீர்ம-வளிமக் கலத்தலை நிகழ்த்தலாம். நீர்மக் கழிவைத் தொட்டியின் பல நுழைவாயில்கள் வழியே உட்புகுத்தலாம். ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டைகளில் உயிரியைபு ஆக்சிஜனேற்றம் செதிள் செதிளாகத் தோற்றமளிக்கும் (காற்றூட்ட வகை) நுண்ணியிரிகளால் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இந்நுண்ணுயிரி களைக் கழிவுநீரில் வளர்ப்பதற்கு வளர்ப்பு ஊட்ட ஊடகம் (culture) கலக்கப்பட வேண்டும். இதன் காரணமாக இவ்வழிமுறைக்குக் கிளர்வூட்டப்பட்ட கசடுமுறை (activated sludge process) எனப் பெயர். கிளர்வூட்டப்பட்ட கசடு குட்டை முழுதும் சிதறி நிற்கும் நிலையில் கழிவின் செறிவுமிக்க காற்றூட்டம் கசடுப் படிவுகள் மீது நுண்ணுயிரி வளர்தலை ஊக்குவிக்கிறது. இக்கசடில் படியும் மாசுப் பொருள்கள் ஆக்சிஜனேற்றமுற்றுச் சிதைவுறுகின்றன. கழிவுநீரைத் தூய்மையாக்கல், மறுசுழற்சி மற்றும் கசடு மீட்பு ஆகியவற்றுக்காக ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டைகள், கலக்கிகள், படிவிப்புத் தொட்டிகள் ஆகியன பயன்படுகின்றன. இவ்வமைப்புகள்



படம் 1. ஆக்சிஜனேற்ற குட்டை முறை

நாளொன்றுக்கு நூற்றுக்கணக்கான க.மீ. கழிவைத் தூய்மையாக்கவல்லன. இதன் உ.ஆ.தே. நீக்கத் திறன் மிக உயர்வாகும். சொட்டும் வடிகட்டி, ஆக்சிஜனேற்றக்குட்டை (அல்லது கிளர்வூட்டப்பட்ட கசடு) முறைகள் முறையே படங்கள் 1, 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

வேண்டியுள்ளமையால் எரிபொருள் செலவும் அமைப்பின் கொள்ளளவும் கூடுகின்றன. இம்முறையின் சிறப்பு அதன் பொதுத் தன்மையாகும்; அதாவது, சிக்கல் தரும் பொருள்களின் தன்மைகளுக்குச் சற்றும் தொடர்பின்றி அவை யாவற்றையும் முழுமையாக அழிக்கவல்ல முறை என்பதால்



படம் 2. கிளர்வூட்டப்பட்ட கசடு முறை

வெப்ப முறையில் நச்சுத்தன்மை மிகுந்த மாசுப் பொருள்கள் உயர் வெப்பநிலையில் முழுமையாக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்பட்டுச் சிக்கல் தராத வளிமநிலை விளைபொருள்களும், திண்மநிலை எச்சமும் பெறப்படும். இவ்வழிமுறையில் மிகப் பெரிய அளவில் நீர் ஆவியாக்கப்பட

எவ்வகைக் கழிவகற்றத்திற்கும் பொருந்தும்; குறிப்பாக, எளிதில் ஆவியாகாத கரிமப் பொருள்களைப் பெரிய அளவில் உள்ளடக்கிய கழிவுநீரைத் திருத்துவதற்கு இம்முறை சிறந்ததாகும் . எடுத்துக்காட்டாக, சல்ஃபைட் முறையில் காகிதக்கூழைத் தயாரிக்கும் முறையில்

வெளிவரும் கழிவு நீரில் 6-8% கரிமப் பொருள்கள் உள்ளன. நீரகற்றம் செய்யப்பட்ட கழிவை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்த இங்கு வாய்ப்பு உண்டு. இதனால் தயாரிப்புச் செலவில் கணிசமான பங்கினைக் குறைக்கலாம். ஓர் ஈர நிலை எரிதல் அமைப்பில் பல்வேறு வகை உலைகளுள் ஒன்று, அழுத்த அடுப்பு, வெப்பப் பரிமாற்றி, பிரிப்பி ஆகியன இடம்பெறுகின்றன.

சூடான நிலையில் வெளிவரும் காகிதக்கூழ்க் கழிவுநீரை (spent pulp liquor) மேலும் 150°Cக்குச் சூடுபடுத்தி, அழுத்த அடுப்புகளிலிட வேண்டும். இதற்கான எரிபொருள், தொழிற்சாலையிலிருந்து வெளிவரும் வளிமக் கழிவு ஆகும். 100 வளிமண்டல அழுத்தத்திலும், 300°C வெப்பநிலையிலும் கழிவின் கரிமப் பொருள் முழுதும் கார்பன்டை ஆக்சைடாகவும் எரிக்கப்படுகின்றன. நீர்ம-வளிம நிலைமைப் பிரிப்புக்குப் பின் கரிம மாசு அகற்றப்பட்ட நீர் வெப்பப் பரிமாற்றி வழியே செலுத்தப்பட்டு, பின்பு இறுதியாக அகற்றப்படுகிறது அல்லது மறு சுழற்சிக்கு உள்ளாகிறது. உயர் அழுத்தத்திலுள்ள வளிமக் கழிவு எரிமமாகப் பயனாகிறது.

அட்டவணை 1

நீரை மாசுபடுத்தும் பொருள்களின் தோற்றுவாய், வகையீடு, அகற்று முறைகள்

தொழில்	மாசுப்பொருள் வகை	சிறப்பியல்பு	அகற்றும் முறை
உலோகச் சீர்செய்தல், எ.்.கு ஆலை	கரைந்த உலோகம்	குறைந்த pH மதிப்பில் AI, Cr, Cu Fe ஆகிய அயனி	சுண்ணாம்பு வழி வீழ்படிவாக்கல்
தோல் பதனிடல்	கரைந்த உலோக உப்பு	குரோமேட்	SO_2வளிமத்தால் ஒடுக்கப்பட்டு, சுண்ணாம்பினால் வீழ்படி வாக்கப்பட்டுப் படிவித்தல்
வார்ப்பகம்	நச்சுப் பொருள்	சயனைடு	குளோரினால் ஆக்சிஜனேற்றம்
காகிதம், காகிதக் கூழ்த் தயாரிப்பு	சிதறிய (தொங்கும்) திண்மப் பொருள்	கூழ்மநிலை	திரிதல்;.பின்பு படிவித்தல்
பெட்ரோலியம், பெட்ரோலிய வேதிப்பொருள், பால்பண்ணை, இறைச்சி		எண்ணெய் வகை	மிதப்பு முறை
கரும்புச் சர்க்கரை ஆலை, காகிதக்கூழ், பால் பண்ணை	கரிமப் பொருள்	சில எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன சில அடைவதில்லை	சொட்டும் வடிகட்டி, கிளர்வுற்ற சகதி (கசடு) முறைகள்

ஆற்று நீரில் கழிவுச் சேர்க்கை. ஆறுகள் யாவுமே இன்று கழிவு நீர் வடிகால்களாகிவிட்டன. இந்திய ஆறுகளில் முதன்மையானது கங்கையாகும். 29 முதல்தர நகரங்கள் (மக்கள் தொகை 1 லட்சத்திற்கு மேல்), 23 இடைநிலை நகரங்கள் (மக்கள் தொகை 50,000-100000), ஓரளவு 50 சிறு நகரங்கள் கழிவுகளை இவ்வாற்றில் கலக்கின்றன. கான்பூர் போன்ற மிகப் பெரிய நகரங்களிலுள்ள தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் கங்கையில் கலக்கப்படுதல் தடுக்கப்பட்டால், ஆற்றின் தூய்மைக் கேடு 75% வரை குறையும். ஏறக்குறைய 135 பெரிய மற்றும் நடுத்தரத் தொழிற்சாலைகள் இவ்வாற்றின் கரையிலுள்ளன. இவற்றுள் 60 தொழிற்சாலைகள் தோல் பதனிடு நிலையங்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

ஒவ்வோர் ஆறும் கழிவை ஏற்றுக்கொண்ட பகுதியிலிருந்து ஏறத்தாழ 100 கி.மீ. பாய்ந்த பின்பு அல்லது ஒரு நாள் முழுதும் ஓடிய பின்பு கழிவை முழுமையாகச் செரித்த நிலையை அடைகிறது. இதற்கு ஆற்றின் தன் தூய்மையாக்கல் (self purification) எனப் பெயர். இந்த இயற்கை வழித் தூய்மையாக்கலின் அளவு ஆற்றில் பாயும் நீரின் அளவு (ஆற்றின் கொள்ளளவு), வேகம், கலக்கப்படும் கழிவின் அளவு, அதன் உ.ஆ.தே., அடுத்தடுத்துக் கழிவுநீர்ச் சேர்க்கப்படும் இடங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததாகும்.

மைய அரசும் மாநில அரசுகளும் தூய்மைக் கேட்டுக் கட்டுப்பாட்டு வாரியங்களை 1974ஆம் ஆண்டு முதல் உருவாக்கி வந்துள்ளன. எத்தொழிற்சாலையும் நீர் நிலைகளில் கழிவுநீரைக் கலக்குமுன் இவ்வாரியங்களினால் அறுதியிடப்பட்டுள்ள பெரும நிலைக்கு மாசுப் பொருள்களைக் குறைத்தாக வேண்டும். இதே போன்று கடற்கரைக்கு 5 கி.மீ. தொலைவுக்கு அப்பால் மட்டுமே கழிவுகள் கலக்கப்பட அனுமதி உண்டு. சென்னை, மும்பை, கோவா, கொச்சி, விசாகப்பட்டினம் ஆகிய துறைமுகப்பகுதிகளில் கடல் நீர் எளிதில் தூய்மைப்படுத்த இயலாத அளவுக்குக் கேடுற்றுவிட்டது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தொழிலகச் சரக்கு ஊர்திகள்

தொழிற்சாலைகளில் பொருள்களை ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்ல பயன்படுகிற சுமை தள்ளுவண்டிகள், தொழிலகச் சுமை தள்ளு வண்டிகள் (industrial trucks) என்றும் தொழிலகச் சரக்கு ஊர்திகள்

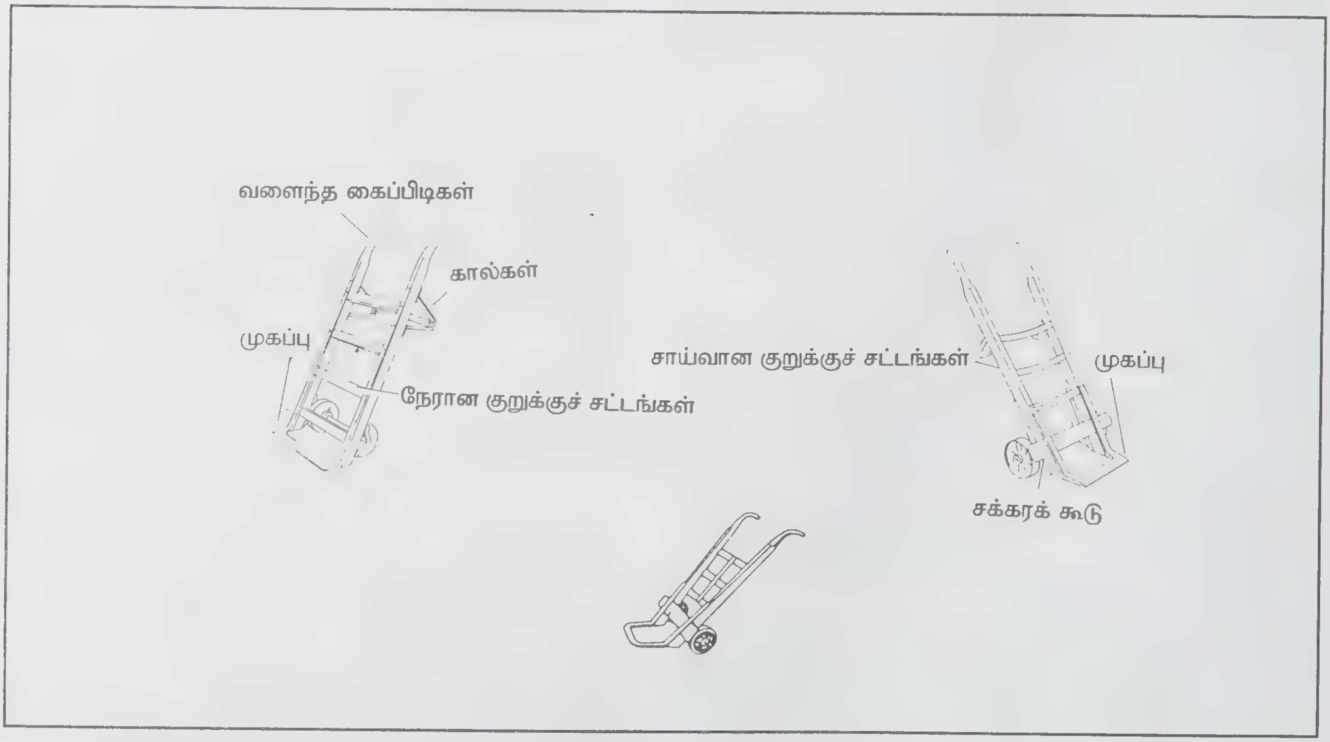
என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. சில தள்ளு வண்டிகளால் சுமையை ஏற்றவோ இறக்கவோ இயலும். சில தள்ளு வண்டிகள் சுமையை வரிசைகளில் அடுக்கியும் வைக்கின்றன. இவ்வகை தள்ளு வண்டிகள் எப்போதும் தானியங்கும் ஓடுதளத்தோடு (running surface) ஓர் ஆற்றல் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். எடுத்துச் செல்லும் எந்திரங்கள் ஒரே தண்டவாளமுடைய இருப்புப் பாதைகள் மற்றும் வேறுபட்ட பாதைகளில் செல்லும்போதும், கயிறுகள் கட்டி இழுக்கப்படும்போதும் மட்டும் இவை ஓடுதளத்தோடு தொடர்பு பெற்றிரா.

ஓடும் பற்சக்கர நெம்புகோல் இணைப்பு. தள்ளு வண்டிக்கும் அதன் சுமைக்கும் தாங்கியாக இருப்பதும், ஓடுதளத்தோடு உருளும் தொடர்பை ஏற்படுத்தவும் உள்ள அமைப்பே ஓடும் பற்சக்கர இணைப்பு (running gear) ஆகும். ஓடும் பற்சக்கர இணைப்பைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கான காரணிகள் பின்வருமாறு: அவை பார அளவு, இயக்கும் நிலை, பயணிக்கும் தளம், கையாளப்பட வேண்டிய பொருளின் தன்மை, சுமைக்கும் எந்திரத்திற்கும் வேண்டிய பாதுகாப்பு, பொருளாதாரம், கைவண்டிகளில் கையாளும் திறமை, இயக்குபவரின் களைப்பைக் குறைத்தல் போன்றவை.

டாலிகளில் (dollies) பயன்படும் உருளைகள் குழாய் வடிவ எ.்.கினால் ஆனவை. அவற்றில் உராய்வு குறைக்கும் தாங்கிகளும் (bearings) இருக்கும். டாலிகள், கை மற்றும் எந்திரத் தள்ளு வண்டிகள் இவற்றில் சுழல் மூட்டுப் போன்ற உறுதியான அமைப்புப் பயன்படுகிறது. இவற்றில் சுழல் மூட்டு அமைப்பில் மட்டுமே ஒதுக்கும் (offset) சக்கரங்கள் உள்ளன. இவை தன் செங்குத்து அச்சிலேயே திரும்பி, கை வண்டிகள் திருப்பங்களில் திரும்ப உதவுகின்றன. எ.்.கு மற்றும் திண்ம ரப்பரினால் ஆன சக்கரங்கள் எதிர் உராய்வு தாங்கி பொருத்தப்பட்டு, தேவையான வசதிகளோடு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. தள்ளுவண்டி மற்றும் டிராக்டர்களிலும் சுமை மிகு பணி மற்றும் குறித்த மோட்டார் வண்டிக்கான தொழில்துறைச் சக்கரங்கள் பயன்படுகின்றன.

கைத் தள்ளு வண்டிகள்

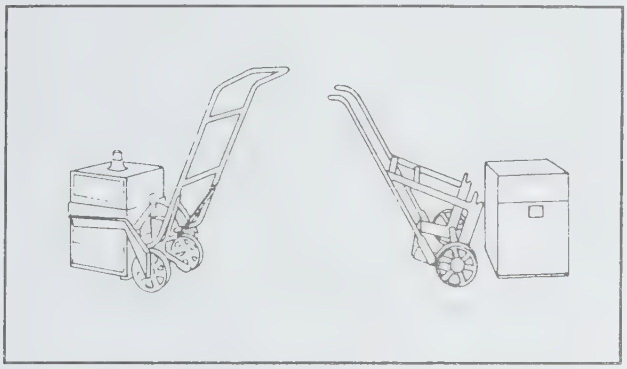
மனிதனால் இயக்கப்படுகிற இரண்டு சக்கரத் தள்ளு வண்டிகள் மிகவும் பழமையானவை; திறன் குறைந்தவை; இருப்பினும் அவை இன்றும் பல நவீன தொழிற்சாலைகளில் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. அவற்றுக்குச் சாதாரண கண்காணிப்பே போதுமானது. இவை குறைந்த எடை கொண்டவை. எனவே, குறைந்த பொருள்களை, குறைந்த தொலைவுகளுக்கு எடுத்துச் செல்ல சிறந்தவை. கனமான எந்திரத் தள்ளு வண்டிகளைப் பயன்படுத்த முடியாத இடங்களில் இவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பேரிடர்



படம் 1. இரு சக்கரக் கைவண்டிகள்

விளையும் சூழ்நிலைகளிலும் இவ்வகைத் தள்ளு வண்டிகளே எளிதானவை.

அடிப்படை அமைப்பு. ஓடும் பற்சக்கர இணைப்பு (running gear) கைத் தள்ளு வண்டிகளின் அடிப்படை ஆகும். எடுத்துச் செல்லும் சுமை மற்றும் இயக்கும் நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு, சக்கரங்களின் அளவைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் கவனம் வேண்டும். சுமை, இயக்கும் தளம் இவற்றைப் பொறுத்து மலிவான வார்ப்பு இரும்பு அல்லது எஃகு சக்கரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயன்படுத்துவது சிறந்தது. இது விலை மிகுதியான காற்றடைத்த டயர்கள், நெகிழி விளிம்புகள் போன்றவற்றைக் கொண்ட சக்கரங்களைவிடச் சிறந்தது.



படம் 2. குறை தூக்கு கைத் தள்ளு வண்டிகள்

பற்சக்கரக் கை வண்டிகள் பல வடிவங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இருப்பினும் நடைபாதை வகைகளே பெரிதும் வழக்கத்தில் உள்ளன. ஆதாரக் கட்டைகள் (stakes), முனை மற்றும் பக்கவாட்டுத் திறப்புகள், திண்ம விரிப்புகள் (panels) மற்றும் மேல் அமைப்புகள் போன்றவை எந்திரத்திற்குப் பல பணிகளைச் செய்யும் வசதியை அளிக்கின்றன. சில வகைக் கை வண்டிகள் சுமையைத் தரைமட்டத்திற்கு மேல் சிறிது உயரத்தில்தான் எடுத்துச் செல்கின்றன.

எந்திரத் தள்ளு வண்டிகள். தொழில்துறை எந்திரத் தள்ளுவண்டிகள் என்பவை தானாகவே இயங்கும் டிராக்டர்கள் ஆகும். அவை சுமைகளை எடுத்துச் செல்லவும், தள்ளிச் செல்லவும், இழுத்துச் செல்லவும் பயன்படுகின்றன.

கடை டிராக்டர்கள் (shop tractors), தொழிற் சாலைகளிலும், பண்ட சாலைகளிலும் சில பணிகளைச் செய்யப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இப்போது எலெக்ட்ரானியல் அடிப்படை கொண்டும் டிராக்டர்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை ரேடியோ அலைகள், கம்பங்கள் அல்லது தரைவழிச் செல்லும் கம்பிகள் மூலம் இயக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைத் தள்ளு வண்டிகள் மிகு கொள்திறன் கொண்ட மின்கலங்கள் அல்லது சிறிய உட்கனல் பொறிகள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தே உள்ளன. இந்த உட்கனல் பொறிகளின் ஆற்றல் மூலங்களாக - கேசோலின் (gasoline), டீசல், நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமம் ஆகியவை கையாளப்படுகின்றன. ஆற்றல் மூலங்களின் பண்புகள் பின்வருமாறு விவரிக்கப்படும்.

சேமிக்கும் மின்கல ஊர்திகள். மின்கலன்களின் மூலம் திறன்பெறும் தள்ளு வண்டிகள் விரைவாகச் செல்பவை; மிகு செயல் திறன் கொண்டவை; சீரான முடுக்கம் உடையவை; பராமரிப்புச் செலவும் குறைவானவை; மீண்டும் மின்னேற்றம் செய்த பிறகும் குளிர் காலங்களில் ஏற்படக்கூடிய பொறியினைத் தொடங்கச் செய்யும் சிக்கல் அற்றவை. இருப்பினும் மிகு தொலைவு கடக்க வேண்டியிருப்பின் இவற்றின் வேகம் மிகக் குறைந்தவை. அவ்வப்போது மின்னேற்றம் தேவைப்படும் சரிவுகளில் மின்கலச் கசிவு (drainage) மிகுதியாகிறது. பல்நோக்குப் பணிகளுக்கான மின்கலன்களில் கூடுதலான முதலீடு தேவைப்படுகிறது.

டீசல் பொறி ஊர்திகள். இவை மிகு வேகத்திற்குப் பயன்படுகின்றன. சாய்வுகளில் பணிபுரியும்போதும், மிகு தொலைவிற்குச் செல்லும்போதும் இவை நிலையாகச் செயல்படும். எரிபொருளை இப்பொறியில் மீண்டும் நிரப்புவதும் எளிது. எரிபொருள் செலவும் மிகக் குறைவு; ஆனால் இவற்றில் மிகு இரைச்சலும் புகையும் உண்டாகும். மின்கலத் தள்ளு வண்டிகளைவிட இவற்றிற்குப் பராமரிப்புச் செலவு மிகுதி.

கேசோலின் பொறி ஊர்திகள். இவை அடிப்படையில் டீசல் பொறியைப் போன்றவை. ஆனால் இவற்றிலிருந்து வெளியேறும் புகை நச்சுத் தன்மையுடையது.

நீர்மப் பெட்ரோலிய வளிமத் திறனூட்டும் ஊர்திகள். இவற்றின் மூலம் மிகு அமுக்கமும் மிகு திறனும் கிடைக்கின்றன. குறைவான வேகத்திலும், சீரான கனற்சி (combustion) இப்பொறியின் பயன்பாட்டை மிகுதியாக்குகிறது. கேசோலின் எந்திரத்தைவிடப் இப்பொறியின் புகையில் குறைந்த அளவே கார்பன் மோனாக்சைடு கலந்துள்ளது. இவ்வளிமம் சிறிய கலன்களில் மிகுந்த அழுத்தத்தில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வளிமம் காற்றைவிடக் கனமானது; மேலும் காற்றைப் போலவே மணமற்றதாக உள்ளமையால் இதனைக் கண்டறிய வளிமத்தில் ஒரு வகை மணம் கலக்கப்படுகிறது.

ஒரலகு சுமை தத்துவம். தொழிற்துறையில் எந்திரத் தள்ளு வண்டிகளோடு சேர்ந்தே சுமையைக் கையாளும் ஒரலகு சுமை தத்துவம் வளர்ந்து வருகிறது. சுமையின் அளவுகளையும், எடைகளையும் எடுத்துச் செல்வதிலும் சேமித்து வைப்பதிலும் மனிதனே பங்கேற்கும்போது உள்ள

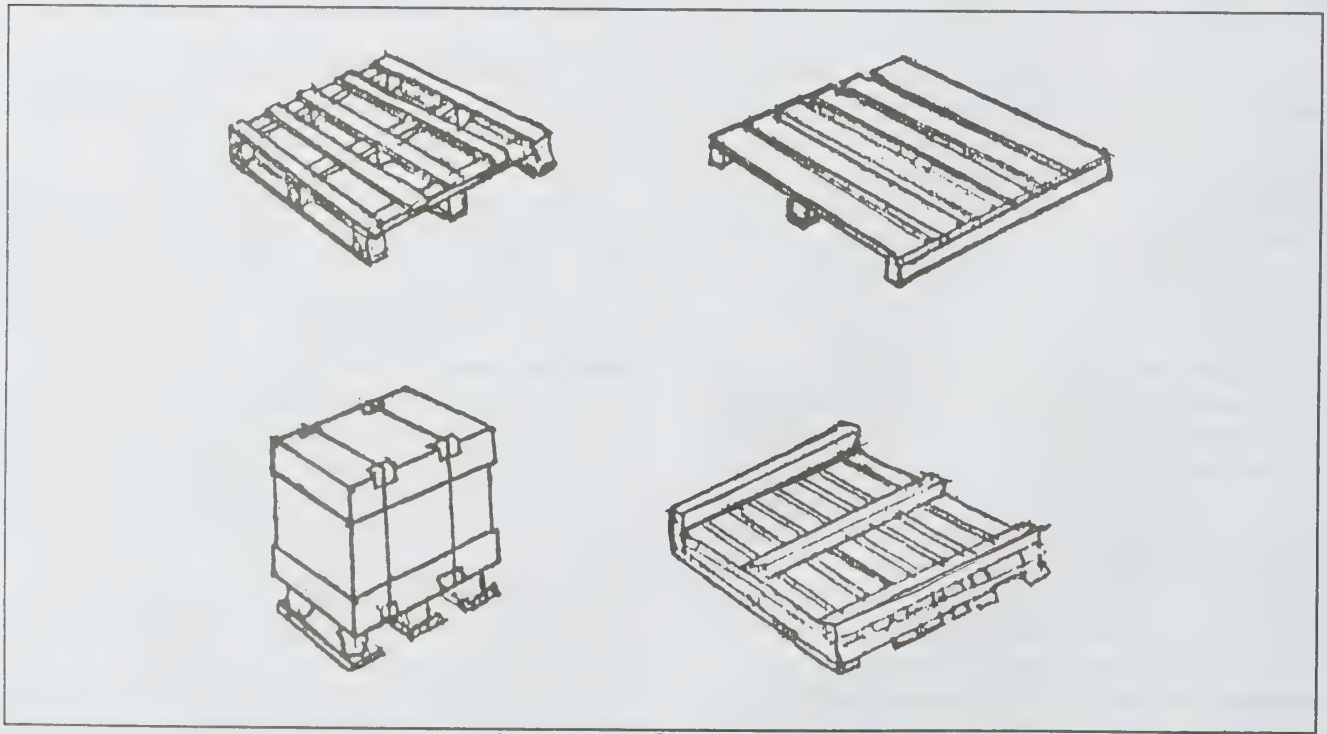
சிக்கல்கள்-குறைபாடுகள், இந்த எந்திரத் தள்ளு வண்டிகளின் உதவியால் பெரிதும் நீக்கப்பட்டுவிட்டன. இந்த ஓரலகு சுமை தத்துவத்தைச் சறுக்கு தள முறை (ski platform method), இணை-கவட்டுத் தூக்கு முறை (pallet fork lift) எனப் பகுக்கலாம். இவற்றுள் கவட்டுத் தூக்கு முறை, கையாளும் நுட்பங்களிலும் கருவி உற்பத்தியிலும் குறிப்பிடத்தக்கதாகக் காணப்படுகிறது.

ஓரலகு சுமை என்பது ஒன்றாக இணைந்துள்ள பொருளின் அளவு; மேலும் இது தேவைப்படும்போது ஒரே பொருளாகக் கட்டுப்படுத்தக்கூடியதாகும். தொழில்துறை வண்டிகளோடு தொடர்புபடுத்திக் கருதும்போது, ஓரலகு சுமை என்பது தன் வடிவத்தையும் அமைப்பையும் தொடர்ச்சியான இயக்கத்தின்போதும் தக்க வைத்துக் கொள்வதாகும். ஓரலகு சுமை தத்துவத்திலிருந்து உற்பத்திச் சுற்றுகளின் மூலம் ஓரலகு சுமை தத்துவத்தைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், கீழ்காண்பவற்றில் மிகு வருவாய் எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

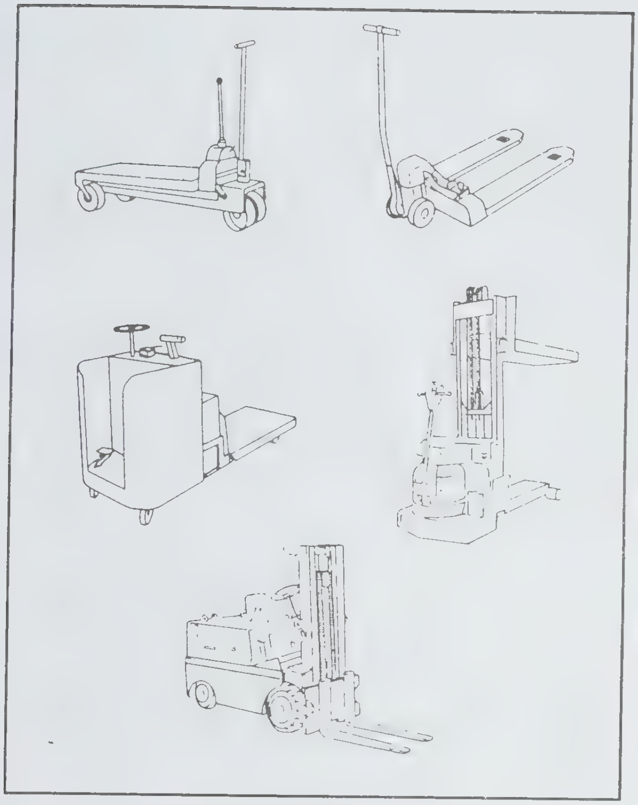
பல பொருள்களையும், பெருஞ்சுமைகளையும் ஒரே முறையில் எடுத்துச் செல்வதால் - போக்குவரத்துச் செலவு குறைப்பு, சிறந்த சேமிப்பு கிடைக்கும் அதிக உயர் அளவு கன அளவையும் பயன்படுத்திக் கொள்ளல்; வேகமாகச் சுமை ஏற்ற, இறக்க முடிவதனால் போக்குவரத்து ஊர்திகளுக்கு நேரச்செலவு குறைப்பு சிறந்த சேமிப்பு முறை கிடைப்பதால், எளிதாகவும் வேகமாகவும் பொருள் இருப்புக் கட்டுப்பாடு; சில அளவு பொருள்கள் களவு போவதைத் தடுத்தல்; மனிதரைக் கையாளும் முறையினால் ஏற்படும் பொருள் சேதம் தடுத்தல்; பொருள்களைக் கட்டும் செலவு குறைப்பு, கையாளும்போது ஏற்படும் விபத்துகள் குறிப்பாகக் காயங்கள் உறுப்புச் சேதம், முதுகு வலி போன்றவற்றைக் குறைத்தல். பெரும்பாலான வாடிக்கையாளர்கள், பொருள்களை அளவான மதிப்போடு வாங்க விரும்புவதால் சரியாக வடிவமைக்கப்பட்ட ஓரலகு சுமைகள் விற்பனையில் பயன்படுகின்றன.

சறுக்கு சக்கரங்கள் (skids) பின்வரும் மூன்று வகைகளில் அமைக்கப்படுகின்றன. விசை தூண்டும் சக்கரங்களில் (live skids) கட்டும் பணிகளில் மிகுதியாக விசையைத் தூண்டும் நிலையான சுழல் மூட்டு (swivel) அமைப்பு உண்டு. மிகு விசை தூண்டும் சக்கரங்களின் (semilive skids) முன்பகுதியில் இரு நிலையான கால்கள் உண்டு. பின்பகுதியில், எந்திரத்தால் இயக்கப்படும் இருநிலையான சக்கரங்கள் உண்டு. இயங்காச் சறுக்கிகளில் (dead skids) இரண்டு ஓடும் திண்மங்களோ நான்கு உலோகக் கால்களோ உண்டு. அனைத்து மர இயங்கா, சறுக்குகளும், உலோக முனைகள் மற்றும் உலோகக் கால்கள் கொண்டவை. இவையே பெரிதும் வழக்கில் உள்ளவை. மற்றவை, எஃகு அல்லது அலுமினியத்தால் ஆன சிறப்பான மேல் அமைப்புகள் கொண்டவை.

சக்கர இயக்கும் பொறிகள் (pallets), சறுக்கு சக்கரங்களிலிருந்து வேறுபட்டவை. இவற்றில் இரண்டு



படம் 3. சக்கர இயக்கும் பிடிகள்



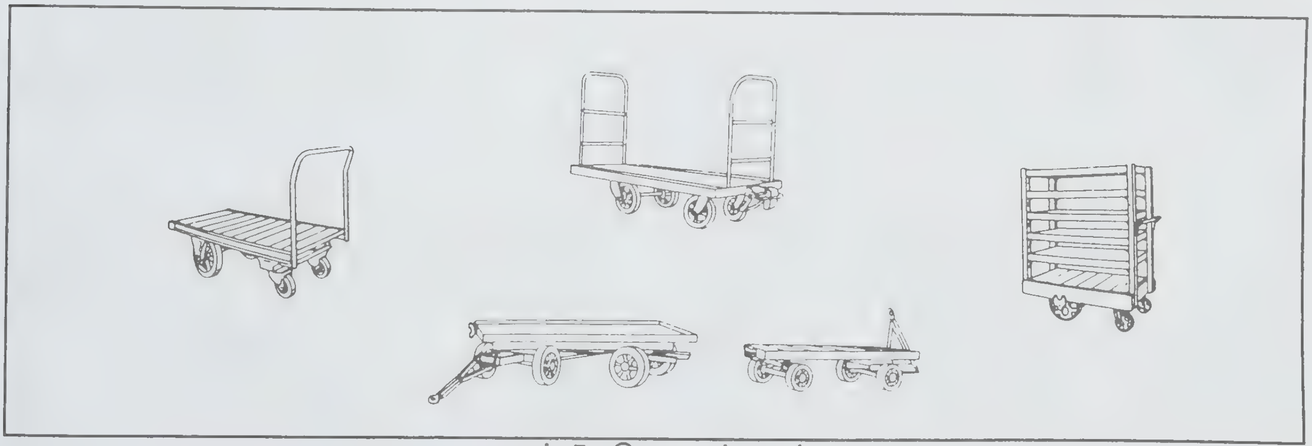
படம் 4. சமன் செய்யப்பட்ட, ஆற்றலியக்க சறுக்கு மற்றும் சக்கர இயக்க தள்ளு வண்டிகள்.

அடுக்குகள் (decks) உண்டு. அவை ஒரு கோப்பு அமைப்பின் (stringers) மூலம் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. தேசிய மரச் சக்கரப்பொறிகள் தயாரிப்பாளர் சங்கம் சக்கரப் பொறிகளின் பல துண்டுப் பகுதிகளுக்கும், இறுக்கமான பகுதிகளுக்கும் உரிய குறிப்புகள் கொடுத்துள்ளது. இவற்றின் அமைப்பு அவை வடிவமைக்கப்பட்ட பெயர்களால் குறிக்கப்படுகிறது. எ-டு:இரட்டைச் சிறகு அமைப்புக் கொண்ட தொங்கு கம்பிகளைப் (sling bars) பயன்படுத்தி பெறும் அமைப்பு, கப்பற்சுமையாள் வகை (stevedore type) ஆகும். இச்சக்கர பொறிகளின் நவீன வகை 'எடு அல்லது விடு' (take it or leave it) வகை ஆகும். இதில் சக்கரப் பொறி மற்றும் ஓரலகு சுமையை மீட்டுக் கொள்ளத் தேர்ந்தெடுக்கும் வாய்ப்பு அல்லது ஓரலகு சுமையை மீட்டுக் கொண்டு சக்கரப்பொறியினை விட்டுவிடும் வாய்ப்பு அமைந்திருக்கும்.

சக்கரப் பொறியில் 9 தரப்படுத்தப்பட்ட செவ்வக அளவுகளும் 3 சதுர அளவுகளும் உள்ளன. இவை 24x32" இலிருந்து 88x108" வரை வேறுபடுகின்றன. பன்னாட்டுச் செந்தர நிறுவனம் கீழ்க்காணும் அளவுகளைப் பரிந்துரை செய்துள்ளது. 32x40", 32x48" மற்றும் 40x48". இவற்றைச் சாலை தள்ளு வண்டிகளிலும் இழு வண்டிகளிலும் பெட்டி மற்றும் குளிர்வசதி செய்யப்பட்ட இருப்புப்பாதை வண்டிகளிலும் பயனுள்ள வகையில் எடுத்துச் செல்லலாம். இது மற்ற அளவுகளில் பொருள்கள் கையாளப்படுவதற்கு வசதியாக இருக்கும்.

முதலில் கவடு தூக்கு தள்ளு வண்டிகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. சக்கரப் பொறிகள் குறை உயரத் (low lift) தூக்கு தள்ளு வண்டிகளில் பயன்பட வேண்டுமெனில், இருமுனைகளிலும் திறப்புகள் அமையுமாறு கீழ் அடுக்குப் பலகையில் மிகுதியான பரப்பு ஒதுக்க வேண்டும். அப்போதுதான், சக்கரப்பொறி ஏற்றப்படும்போது முன் முனையிலுள்ள உருளைகள் தரைக்கு வர இயலும். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட சக்கரப் பொறிகள், பின் நகராதவை எனப்படும். சிறப்பான சக்கரப் பொறிகள், எ·கு, மக்னீசியம் போன்றவற்றால் செய்யப்பட்டவை. இவற்றில் சில, இழைப் பலகைகளாகவோ விலை குறைந்த மரத்தாலோ செய்யப்பட்டவை.

சறுக்கு சக்கரங்களுக்கும் கீழ்ப்பலகை மற்றும் கோப்புப் பலகைகள் (stringer) கொண்ட சக்கரப் பொறிகளுக்கும்



படம் 5. இழு வண்டிகள்

இடையே உள்ள அமைப்பு வேறுபாடு, முன்னது, நடைபாதைத் தள்ளுவண்டிகளுக்கு ஏற்றவாறும், பின்னது கருவியகத் தள்ளு வண்டிகளுக்கு ஏற்றவாறும் அமைந்திருப்பதே ஆகும்.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

தொழிலகத் தேக்க வளிமங்களில் மாசகற்றம்

தொழிலகங்களிலிருந்து வெளிவரும் வளிம நிலைக் கழிவுப் பொருள்கள் தூசு, புகை, மூட்டம் எனவும் - திண்ம, நீர்மக்கலப்பற்றவை எனவும் வகைப்படுத்தப்படும். முதல் வகையில் கரிம மற்றும் கனிமத் திண்மங்களும், நீர்மங்களும் வளிமங்களில் சிதறிய நிலையில் உள்ளன. உலோகங்களைக் கனிமங்களிலிருந்து பிரித்தெடுத்தல், சியோலைட் போன்ற அலுமினோ சிலிக்கேட் வினையூக்கிகளைத் தயாரித்தல், பல்வேறு கனிம உப்புகளைத் தயாரித்தல், உரத்தொழிற்சாலை, கார்போரண்டம் போன்ற தேய்க்கும் பொருளைத் தயாரித்தல் ஆகியன கனிமத் தூசுத் தோற்றுவாய்களாகும். கரிமத் தூசுகளை உமிழும் தொழிலகங்களிலிருந்து கரி, மரமிகு கரி, தார் ஆகியன வெளிவருகின்றன. கந்தக மற்றும் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலத் தயாரிப்புத் தொழிற்சாலைகள் மேக மூட்டத்தை உருவாக்குவன. தூசுகளின் துகள் குறுக்களவு சில மைக்ரான்களிலிருந்து பலநூறு மைக்ரான்கள் வரை காணப்படும்.

திண்ம, நீர்மக் கலப்பற்ற இரண்டாம் வகையில் அமிலம், ஹாலோஜன்கள், வளிம நிலை ஆக்சைடுகள், ஆல்டிஹைடு, கீட்டோன், ஆல்கஹால், ஹைட்ரோகார்பன் ஆகியன அடங்கும். தொழிலக வளிம நிலைக் கழிவுப்பொருள்களை அகற்றுதல் சூழ்வெளித் தூய்மையைப் பாதுகாப்பதற்கு மட்டுமன்றி, தொழிலக அளவில் பயனுறத்தக்க பொருள்கள் புகைவடிவில் வீணாவதைத் தடுப்பதற்குமாகும். எடுத்துக்காட்டாக, தொழிலக அளவில் கந்தக அமிலத்தைத் தயாரிக்கையில் கந்தகம் மிகுதியாகக் காற்றுடன் கலந்து வீணாகிறது. இக்காரணங்கள் தவிர, சூழ்வெளியில் வேதிப்பொருள்கள் மிகுந்திருத்தல் உலோக அரிப்புக்கு வித்திடக்கூடும். வேளாண்மைப் பகுதிகளைவிடத் தொழிற்சாலைப் பகுதிகளில் இரும்பு, எஃகு ஆகிய உலோகங்களின் அரிப்பு விரைவாக நிகழ்கிறது. தொழிலகக் கழிவுகளிலிருந்து சூழ்வெளியைப் பாதுகாப்பதற்குச் சிறந்த வழிமுறை புதிய தொழில்முறைகளில் பல்வேறு கட்டங்களையும் சிறப்புற ஒருங்கிணைத்து, வளிம நிலைக் கழிவுப்பொருள் தோற்றத்தைத் தவிர்த்தலாகும். இச்செயல்முறைகளுக்கான மையக் கருத்து வெளியேறும் பொருள்களை மறுசுழற்சி (recycle) செய்தலாகும். துணை விளைபொருள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு புதிய தொழில் முறைகளை உருவாக்குதலும் இதிலடங்கும். இரும்பு அல்லாத உலோகப் பிரிப்பு அமைப்புகளில் வெளியாகும் சல்ஃபர் டைஆக்சைடு வளிமத்தை உரத் தொழிலுக்கு அடிப்படையான கந்தக அமிலத் தயாரிப்பில் மூலப்பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். மறு சுழற்சிக் கொள்கையைப் பயன்படுத்திக் கழிவு வளிமங்களே இராத அல்லது வெளியேற்றப்படாத அமைப்பு அம்மோனியா தொழிலகத் தயாரிப்பில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

இன்றைய அறிவியல், தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியளவு தொழிலகங்களில் சூழ்வெளிக்கு நச்சுப்பொருள்கள் வெளியேறுதலை முழுமையாகத் தடுக்கக்கூடியதாக இல்லை. எனவே, வளிமத் தூய்மிப்பு அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தியாக வேண்டும். சூழ்வெளிப் பாதுகாப்புச் சட்டத்தில் அனுமதிக்கப்பட்டுள்ள உயர் வரம்புக்கு மேற்படாதவாறு கழிவு வளிம வெளியேற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்தி வைத்தலே இவ்வமைப்புகளின் நோக்கமாகும். ஒரு கழிவு வளிமம் வெளியேற்றத்தினால் அனுமதிக்கப்பட்ட பெரும வரம்பு (maximum permis ible limit, MPL) மீறப்படுமாயின் அவ்வளிமத்தை விளாவுதலோ புகைபோக்கி மூலம் காற்று மண்டலத்தின் உயர் பகுதிகளில் கலத்தலோ பயன்தரும். புகைபோக்கிக் குழாயின் உயரம் பட்டறிவின் அடிப்படையில்,

$$Cm = \frac{235Gm}{2.5\omega_0 H^2}$$

என்னும் வாய்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது . C_m = சராசரி நகரும் தொலைவில் (தரையிலிருந்து 1.8 மீ. உயரம்) மாசுப்பொருளின் பெரும செறிவு, மி.கி/மீ.^{3} அலகில்; G_m = சூழ்வெளியில் புகுத்தப்படும் மாசுப்பொருளின் அளவு கி./நொடி அலகில்; H = புகைபோக்கிக் குழாயின் உயரம்; ω_0 = தரையிலிருந்து 10மீ. உயரத்தில் காற்றின் திசைவேகம், (மீ/நொடியில்). ஒரு குறிப்பிட்ட உயரமுள்ள புகைபோக்கிக் குழாயிலிருந்து வெளிவர அனுமதிக்கப்படும் பெருமநிலைக் கழிவுச் செறிவை இவ்வாய்பாட்டிலிருந்து எளிதாக அறியலாம். SO_2 இன் MPL 0.5 மி.கி./மீ^{3}. புகைபோக்கியின் உயரம் 100 மீட்டர்எனில் , இப்பெருமநிலை எட்டுவதற்கு நாளொன்றுக்கு 15 டன் வரை புறம் தள்ளலாம்.

வளிமங்களைத் தூய்மையாக்கும் செயல்முறைகள் மாசுப் பொருள்களின் இயைபு, நிலைமை, துகள் குறுக்களவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவையாகும். தொழிலக வளிமக் கழிவகற்றங்களில் தீங்கிழைக்கும் மாசுகள் பலவகையில் உள்ளமையால் தூய்மையாக்குதலுக்கும் பலவகை உத்திகளும் வேதிப்பொருள்களும் தேவைப்படுகின்றன. இவ்வுத்திகள் அட்டவணையில் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன. வளிமங்களை வளிம நிலை மாசுப்பொருள்களிலிருந்து

தொழிலகப் புகைபோக்கி (தேக்க) வளிமங்களிலிருந்து நீர்ம, திண்ம மாசுப் பொருள்களை அகற்றுதல்

சேகரிப்பு முறை	சேகரிப்புக் கருவி	செயல்முறை விளக்கம்	தொழிலகப் பயன்களுக்கான துணையலகு நிர்ணயம்
எந்திர முறைகள் 1. உலர் வழி முறைகள்: புவி ஈர்ப்பு வழி தூசகற்றம்	படிவித்தல் அறைகள்; தூசு படியும் வளிமக் குழாய்கள்	பாய்மத் திசையில் மாற்றமின்றி மெல்லப் பாயும் வளிம ஓட்டத்திலிருந்து புவி ஈர்ப்பு விசையின் தாக்கத்தினால் தூசுத் துகள்களை படிவித்தல் இச்செயல்முறையின் திறன் மிகக். குறைவாகும். முதற்கட்டமாக ஒரு வளிமத்தை ஓரளவுத் தூய்மை யாக்குவதற்கு இது ஏற்ற முறையாகும்.	பாய்ம வேகத்தைக் குறைக்கவல்ல செங்குத்தான தடுப்புகளைக் கொண்டு தூசகற்றத்தை எளிதாக்கலாம். புவி ஈர்ப்பு வகைக் கருவியின் திறன் $\eta = S w_0$; இங்கு S கருவியின் கிடைமட்டக் குறுக்குப் பரப்பு; w_0 = தூசு படியும் விரைவு. இது கருவியின் உயரத்திற்குத் தொடர்பற்றதாகையால், ஒன்றுக்கொன்று ஏறத்தாழ 100 மி.மீ. வரை இடைத்தொலைவு கொண்ட கிடைமட்ட தடுப்புகளைப் பொருத்தி பல வளி ஓட்டங்களாகப் பிரிக்கலாம்.
சமத்துவ தூசகற்றம்	மோதல் தடுப்புவழிப் பிரிப்பான்கள்; கூம்பு வடிவம் கொண்ட வளையங்கள்	வளி ஓட்டத்தின் திசையை மாற்றிய பின்பும் அதிலுள்ள துகள் திசை மாறாது செல்லும் தன்மையைப் பொறுத்துச் செயல்திறன் கொண்டது. குறைந்த தூசு அடக்கம் கொண்ட வளிமங்களை ஓரளவு தூய்மையாக்க ஏற்றது.	அழுத்த வீழ்ச்சி : $\Delta P = 100 - 400\ P_a$ நுழைவாயில் பாய்ம வேகம் = 10-15 மீ/நொடி குறுக்களவு 20 மைக்ரான் கொண்ட துகள்களைப் பிரிக்க இயலும். ஒரு கன மீட்டருக்கு 1.5 கி.மீக்கு மேற்படாத துகள் அடக்கம் கொண்ட வளிமங்களுக்கு ஏற்ற முறையாகும். பிரிப்பு திறன் 20-70% இருக்கும். கீற்றணிகள் (gratings) அடிக்கடி அடைத்துக் கொள்வதுடன் தேய்மான முறுகின்றன.
மைய விலக்கு விசைச் செயல்முறை		வளிமத்தைச் சுழற்றி மைய விலக்கு விசையை உருவாக்கலாம். முந்தைய இரு முறைகளைவிடச் செயல்திறன் கூடுதலாக அமையப் பெற்றது.	மணிக்கு 20,000 க.மீ. என்னும் மீ கொள்ளளவு கொண்ட சுழலிகளைக் கொண்டு 30 மைக்ரானுக்கு மேற்பட்ட குறுக்குப் பரப்புக் கொண்ட துகள்களை அகற்றலாம். 5 மைக்ரான் குறுக்களவுத் துகள்களுக்கு செயல்திறன் 80% ஆகவும், 2 மைக்ரான் துகள்களுக்கு 40% ஆகவும் குறைகிறது. உயர் கொள்ளளவு கொண்ட சுழலியில் அழுத்த விழ்ச்சி 1000 P_a வரை இருக்கும். $\frac{\Delta P}{\rho_r} = 750\ P_a$; ρ_r = வளிம அடர்த்தி.

(1)	(2)	(3)	(4)
	வெஞ்சுரி வளி துலக்கி (Ventri Scrubber)		100-120 மீ./நொடி திசைவேகத்தில் இயங்கும் திறன்மிக்க கருவி. புகை மூட்டச் சேகரிப்புக்குத் திறன் 99-100%; குறுக்களவு 0.01-0.35 மைக்ரான் வரம்பு கொண்ட துகள்களுக்குச் சேகரிப்புத்திறன் 50-85%; 0.5-2 மைக்ரான் துகள்களுக்கு 97% உயர் அழுத்த வீழ்ச்சியே இம்முறையின் முதன்மைக் குறைபாடாகும்.
நிலை மின்னியல் முறை	மின்வழி வீழ்படி வாக்கிகள்	அயனியாதலை அடிப்படையாகக் கொண்ட இம்முறையில் இரு மின் முனைகளுக்கிடையே உருவாக்கப் படும் உயர் மின்னழுத்தத்தினால் தூசு துகள்களுக்கு மின்னேற்றம் அளிக்கப்படுகிறது. துகள்கள் வளி யோட்டத்திலிருந்து விடுபட்டு மின்முனை களின் மீது படிகின்றன. புகை மூட்டத்தை அகற்றுவதற்கு நீர்மப் படலப் படிவாக்கிகள் பயனாகின்றன. எளிய, வடிவமைப்பு குறைந்த அழுத்த வீழ்ச்சி, உயர் வளிமக் கொள்ளளவு, உயர் சேகரிப்புத் திறன் ஆகிய பண்புகள் இணைந்துள்ளமையால், இம்முறை சீரிய முறைகளுள் ஒன்றாகும். பலவகைப்பட்ட துகள்களுக்கும் பொருத்தமான முறையாகும். உயர்ந்த அளவில் மின்னாற்றல் தேவைப்படுதலும், சேகரிப்பு அமைப்பின் உயர் விலையும் இம்முறையைச் சிறிய நிறுவனங்களில் பயன்படுத்த இயலாத தாக்குகின்றன.	25-100 கிலோவாட் மின்னழுத்தத்தில் இயங்குகின்றன. வளி வெப்பநிலை வரம்பு (- 70 - 1500^{0}C வரை) பரந்திருந் தாலும் இம்முறையைச் செயல்படுத்த லாம். அழுத்த வீழ்ச்சி மிகக் குறைவு (ஏறத்தாழ 100 P_a) ஒவ்வொரு 1000 மீ வளிமத்தைத் தூய்மையாக்குவதற்கு 0.2-0.3 மின்னாற்றல் தேவைப்படுகிறது. துகள் அளவு 1 மைக்ரானுக்கும் குறையா திருப்பின் சேகரிப்புத் திறன் 99.9% வரை உயரும்.
வடிகட்டல்	துணி வடிக்கட்டிகள்	பருத்தி, கம்பளி, செயற்கை இழை ஆகியவற்றினாலான துணி வடிகட்டிகளின் வழியே வளிமத்தைச் செலுத்துதல் நுண்மையான தூய்மிப்பு முறைக்கேற்றது. அமைப்பை நிறுவும் செலவு குறையும். சேகரிப்புத் திறன் கூடும். இம்முறையின் குறைகளாவன : உயர்ந்த அளவு அழுத்த வீழ்ச்சி, விரைவில் வடிகட்டி அடைபடுதல்.	தொழிலகங்களில் பை வடிவிலான வடிகட்டிகள் பயன்படுகின்றன. தூய்மைப் படுத்தப்படும் வளிமத்தின் வெப்பநிலை 60-65^{0}C, வரம்புக்கு மேற்படாது இருத்தல் தேவை. வடிகட்டும் விரைவு குறைவு. 0.1-1.5 மீ/ நிமிடம். தொடக்கத் தூசு அடக்கத்தையும் துகள் குறுக்களவையும் பொறுத்துச் சேகரிப்புத் திறன் 85-99% வரம்பில் இருக்கும். $\Delta P = 1000 P_a$ நியம நிலைகளில் ஒவ்வொரு க.மீ. வளிமத்திற்கும் 1Kwhr ஆற்றல் செலவாகும்.

(1)	(2)	(3)	(4)
	செயற்கை இழை வடிகட்டிகள்		9-10 மீ/நொடி வேகத்திலும், 500-1000 Pa அழுத்த வீழ்ச்சியிலும் 99.5 - 99.9% மிக உயர் செயல்திறன். இழைக் கண்ணாடி யினாலான துணி வடிக்கட்டியைக் கொண்டு 275°C அளவுக்குச் சூடான வளிமங்களைப் பிரிக்கலாம். இதைவிடவும் உயர் வெப்ப நிலைகளில் நுண்மைமிக்க தூய்மிப்புக்குச் செராமிக் அல்லது உலோக-செராமிக் வடிகட்டிகள் பயனாகின்றன.
	திணிக்கப்பட்ட கோபுரங்கள்	வளிமத்தை நீர் போன்றதொரு நீர்மத்தினால் கழுவுதல். கழுவும் நிர்மத்திற்கும் வளிமத்திற்கும் இடையே தொடுகைப் பரப்பு கூடுதலாகவுள்ளது. தூசு, சாம்பல், மூட்டம் ஆகிய யாவற்றையும் அகற்றுவதற்கு, நம்பகமான இறுதிக் கட்டச் செயல் முறை உயர் கொள்ளளவு கொண்ட கசடு உருவாதல் இம்முறையின் கிளைச் சிக்கலாகும்.	எளிய வடிவமைப்பு, எளிய, நிலைத்த நடைமுறை ஆகியன இவ்வழிமுறைகள் தனித் தன்மைகளாகும். அழுத்த வீழ்ச்சி மிகக் குறைவாகும். (300-800Pa) பரந்த அளவில் பயனாகும் இம்முறையின் செயல் திறன் 70-85% வரம்பாகும். உயர் தூசுச் செறிவுகளில் அடைப்பு ஏற்படக்கூடும்.
	மைய விலக்கு விசைவழிக் கழுவும் அமைப்புகள்		எரிதல் அமைப்புகளில் வெளிவரும் வளிமங்களைப் பெரிய அளவில் கழுவுவதற்கு ஏற்ற முறை,குறைந்த அழுத்த வீழ்ச்சியும், உயர் தூசு சேகரிப்புத் திறனும் (93-99%) இம் முறையின் சிறப்பியல்புகளாகும்.
	நுரை வடிவக் கழுவும் அமைப்புகள்		1-3 மீ/நொடி பாய்ம வேகம் கொண்ட உயர்சூர்த்தி வளிமங்களை கழுவுவதற்கு ஏற்றது. குறைவான அழுத்த வீழ்ச்சிகளில் உயர்பிரிப்புத் திறன் கொண்டது. 5 மைக்ரான் துகள்களை 98 99% திறனுடனும், 5 மைக்ரானுக்குக் குறைவான துகள்களை 75-80% திறனுடனும் பிரிக்கும்.

பிரித்தல், நீர்மங்களில் உறிஞ்சுதல், திண்மங்களில் உறிஞ்சுதல், வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தித் தூய்மையாக்கல் ஆகிய முறைகளில் செய்யப்படுகிறது.

நீர்ம உறிஞ்சல் முறை பரவலாகப் பயன்படுவதுடன், நம்பகமான முறையுமாகும். தொழிலகங்களில் CO_2, CO, NO_x, SO_2, H_2S, அமிலங்கள், நச்சுத் தன்மை கொண்ட கரிமச் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றைப் பிரிப்பதற்கு இம்முறை ஏற்றது. இச்செயல்முறையில் உறிஞ்சப்படும் ஆவி உறிஞ்சும் நீர்மத்தில் கரையலாம் அல்லது அதனுடன் வினைப்படலாம். உறிஞ்சல் முறைத் தூய்மிப்பு ஒரு தொடர்ச்சியான மறுசுழற்சிக்கேற்ற முறையாகும். தூய்மையாக்கலின் அளவும் நிறை மாற்றக் குணகமும் (mass transfer coefficient) செயல்முறை மாறிகள் (variables), வெப்பநிலை, அழுத்தம், சமநிலை மாறிலி ஆகியவற்றின் மதிப்புகளைப் பொறுத்தனவாகும். நீர்ம நிலையில் ஒரு வேதிவினை நிகழுமாயின், நிறை மாற்றக் குணகத்தின் மதிப்பு இயற்பியல் உறிஞ்சலில் உள்ளதைவிடக் கூடுதலாக இருக்கும். இவ்வினை ஒரு மீளா வினையாக இருப்பின், உறிஞ்சல் முழுமை பெறும்; கரைசலின்மீது உறிஞ்சப்பட்ட பொருளின் ஆவி அழுத்தம் புறக்கணிக்கத்தக்கதாகிவிடும். ஆனால் இவ்வகைக் கரைசலிலிருந்து கரைப்பானை மீட்பது எளிதன்று. தொழிலக அளவில் பயன்படும் வேதிப் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி முறையில் வெப்பம் உமிழவல்ல மீள்வினைகளே ஏற்றவை. ஏனெனில், கரைசலைச் சூடுபடுத்தும்போது உறிஞ்சப்பட்ட பொருள் மீண்டும் வெளிவருகிறது.

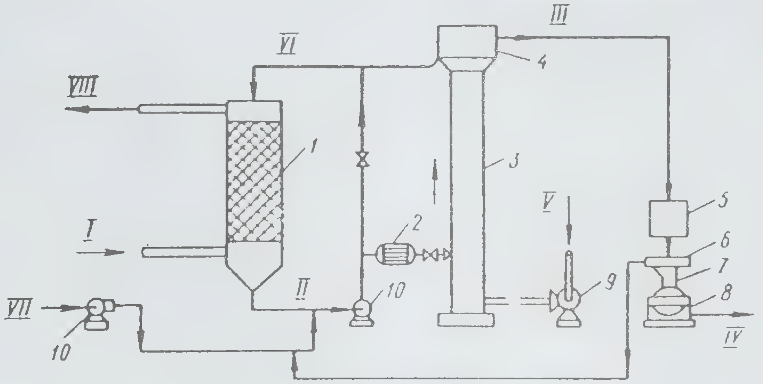
வளிமங்களைத் தூய்மைப்படுத்துவதற்குப் பயன்படும் கரைப்பான்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்குக் கீழ்க்காணும் துணையலகுகள் பயன்படுகின்றன. அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் சார்பலனாக உறிஞ்சல்திறன், செயல்முறை எத்தனை கட்டங்களில் நிகழ்த்தப்படலாம், வளிமங்களைக் கரைசலிலிருந்து மீட்பதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல், மறுசுழற்சிக்கான ஆற்றல் அதாவது மொத்தத்தில் தூய்மையாக்கும் முறையின் அடக்கச் செலவு ஆகியன கரைப்பானில் உறிஞ்சல் திறனைப் பொறுத்து அமையும். வளிம மீட்புக் கட்டத்திற்குக் (desorption stage) குறைந்த வெப்பநிலை மாற்றத்திலும் நிறைந்த கரைதிறன் மாற்றத்தை அளிக்கவல்ல கரைப்பான்கள் விரும்பப்படுகின்றன. தேர்திறன் (selectivity), பிரிக்கப்படும் வளிமங்களின் கரைதிறன்களுக்கிடையேயான விகிதம் மற்றும் உறிஞ்சல் வேகங்களுக்கிடையேயான விகிதம் இவ்வெண் மதிப்புகள் உயர்ந்திருத்தல் நலம். கரைப்பானின் ஆவியழுத்தம் குறைவாக இருத்தல் தேவை. அப்போதுதான் தூய்மை யாக்கப்படும் வளிமம் கரைப்பானின் ஆவியினால் மாசுறாது.

பொதுவாக, புகைபோக்கியிலிருந்து வெளிவரும் வளிமங்களைத் தூய்மையாக்க நீர், அம்மோனியாக் கரைசல், எரிகாரம், எத்தனாலமீன், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், சுண்ணாம்புக் கரைசல் ஆகியன பயன்படும். உறிஞ்சும் பொருள் திணிக்கப்பட்ட கோபுரங்கள், இரைத்தல் மற்றும் தெளித்தல் வகைக் கோபுரங்கள், குமிழ்க் கோபுரங்கள், பலதட்டு நுரை உறிஞ்சிகள் ஆகியன உறிஞ்சும் அமைப்புகளாகும். திணிக்கப்படும் கோபுரங்கள் NOx, SO_2, CO_2, CO, Cl_2, பாதரச ஆவி ஆகியவற்றை வளிம ஓட்டங்களிலிருந்து தனித்தும் பிரிப்பதற்கு இவ்வமைப்பின் வடிவமும் இயக்கமும் எளிமையானவை. எனினும், பெரும்பான்மை மாற்ற விரைவு குறைவாக உள்ளமையால் கோபுரம் பெரிதாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயம் எழுகிறது. நுரை வழி உறிஞ்சிகளும், வெண்சுரி வளிதுலக்கிகளும் கூடுதலான திறன்படைத்தவை. உறிஞ்சுதல் விரைவு கூடுதலாகப் பெற்றுள்ளமையால், இவ்வமைப்பின் கொள்ளளவு, திண்ம ஓங்குகலனின் கொள்ளளவில் ஒரு சிறு பின்னமாகும். கருவியில் புகுத்தப்படும் தட்டுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துத் தூய்மைநிலை அமையும்.

உறிஞ்சல் வழித் தூய்மையாக்கல் முறையின் சிறப்புக்களாவன: இவ்வழிமுறை ஒரு தொடர்ச்சியான வழிமுறையாகும். வளிம ஓட்டத்திலிருந்து பெரிய அளவில் மாசுப்பொருள்களை அகற்றலாம். மறுசுழற்சியைக் கையாண்டு கரைப்பானை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தலாம். இவ்வமைப்பின் குறைபாடுகளாவன : வளி துலக்கிகளின் உயர் பருமன் மற்றும் பலகட்ட அமைப்பும், எளிமையற்ற தொகுப்பும்.

திண்மப் பரப்பினால் உட்கவருதல் (adsorption by solids) எனும் வழிமுறையில் புறப்பரளவைக் கூடுதலாகக் கொண்ட திண்மநிலை உறிஞ்சிகள் பயன்படுகின்றன. இங்கு இயற்பிய புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி, வேதிப் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி ஆகிய இரண்டுமே செயற்படுத்தப்படுகின்றன. நுண்துளைமிகு திண்மப்பொருள்களான வினையூக்கம் செய்யப்பட்ட கார்பன், சிலிக்காக்கூழ், தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட சியோலைட்டுகள் (மூலக்கூற்றுச் சல்லடைகள்) ஆகியன சிறந்த உறிஞ்சிகளாகும். ஒரு சிறந்த உறிஞ்சியின் பண்புகளாவன: உறிஞ்சும் திறன், வினைத்திறன், தேர்வுதிறன், வெப்ப மேலீட்டின் நிலைத்தன்மை, கட்டமைப்பு, புறப்பரப்பு ஆகியவற்றின் நீண்டகால உழைப்புக்குப் பின்பும் நிலைகுலையாமை, எளிய மீட்பு, குறைவான அழுத்த வீழ்ச்சி (pressure drop). பொதுவாக இவ்வியல்புகள் யாவற்றையும் ஒருங்கே பெற்ற வினையூக்கம் செய்யப்பட்ட கார்பன், சிலிக்காக்கூழ் ஆகியன தொழிலகங்களில் பன்னெடுங்காலமாகப் பயன்பட்டு வருகின்றன. சீரான நுண்துளையளவு கொண்ட அலுமினோ சிலிக்கேட் படிகங்களான செயற்கைச் சியோலைட்டுகள் வளிமத் தூய்மையாக்கலில் முதன்மை பெறுகின்றன. Si^{4+}, $A1^{3+}$ அயனி விகிதத்தைப் பொறுத்துச் சியோலைட்டும் செயல்திறனில் வேறுபடும்.

திண்ம உறிஞ்சிகளைப் பயன்படுத்தும் வழிமுறைகள் வெப்பப் பரிமாற்ற வசதியற்ற ஈடு (batch) வகை



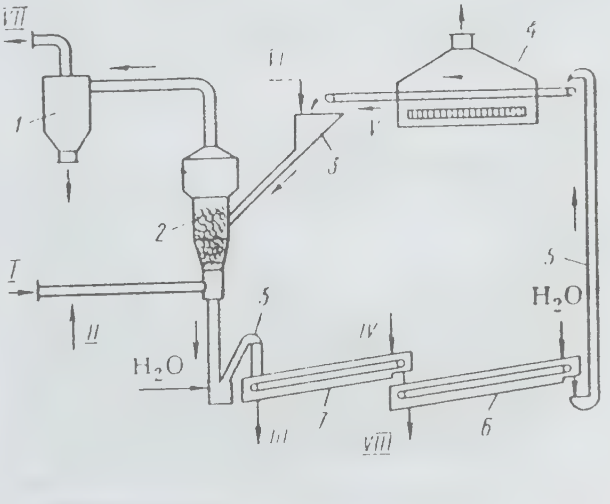
1. உறிஞ்சு கோபுரம் 2. கரைசல் வெப்பப்படுத்தி 3. மீளாக்கி 4. பிரிப்பி 5. கந்தக நுரை சேமிப்புக் கலன் 6. வடிகட்டி 7. வடிகட்டி யிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட கந்தகம் கொட்டும் பெய்குடுவை 8. அழுத் தக் கலன் 9. காற்றூதி 10. எக்கி

I. காற்று, தூய்மையாக்க II. கரைசல், மீளாக்க III. கந்தக நுரை IV. கந்தகம் V. காற்று VI. மீளாக்கப்பட்ட கரைசல் VII. தூய ஆர்செனிக்-சோடா கரைசல் VIII. தூய்மையாக் கப்பட்ட வளிமம்.

படம் 1. ஆர்செனிக்-சோடா வழிமுறை

வினைக்கலங்களில் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. 0.05 - 0.3 மீ/நொடி வரையிலான வரம்பில் அழுத்த வீழ்ச்சியினால் கட்டுப்படுத்தப்படும் விரைவில் மேலிருந்து கீழாக உறிஞ்சுதல் வினைத்திறன் அன்றி, இறுதியில் திண்மப்படுகை வளிமப்பொருளால் தெவிட்டிய நிலை அடைகிறது. உறிஞ்சும் பொருளை மீட்பதற்குப் படுகையைச் சூடுபடுத்தலாம் அல்லது மீசூடாக்கப்பட்ட நீராவி, காற்று அல்லது நைட்ரஜன் வளிமத்தைச் செலுத்தலாம்.

இவ்வகையில் மிகச் சிறந்தது தொடர் மறுசுழற்சி முறையாகும். இங்கு ஒரு பாய்மநிலைப் படுகை (fluidised bed) பயன்படுகிறது. இது உறிஞ்சல் அமைப்பு வழியாகவும், மீட்பு அமைப்பு வழியாகவும் செலுத்தப்படுகிறது. இம்முறையின் மிகப்பெரிய நன்மை மிகுதியான வளிமங்களை மிகக் குறைந்த அளவு உறிஞ்சும் பொருளைக் கொண்டு மிக உயர்ந்த தூய்மை நிலைக்கு இட்டுச் செல்லலாம் என்பதேயாகும். மாசுப்பொருள்கள் மிகக் குறைந்த ஆவியழுத்தத்தில் இடம்பெற்றிருப்பினும். முழுமையாக நீக்கப்படுவதற்கு இவ்வழிமுறையே சிறந்ததாகும். வளிம ஓட்டங்களிலிருந்து கரிமக் கரைப்பான்களை அகற்றுவதற்கு இது ஒரு சிறந்த முறையாகும். ஈடுவகைச் செயல்முறையின்



1. மாசு சேமிப்பி 2. பாய்ம நிலைப் படுகை வினைகலன் 3. பெய்குடுவை 4. உலர்த்தும் அறை 5. உயர்த்தி 6. கார்பன் வளி துலக்கு வினைகலன் 7. கந்தக பிரித்தெடுப்பு வினைகலன்.

I. வளிமம், தூண்மையாக்க II. அம்மோனியா கலந்த காற்று III. $(NH_2)_2S$ கரைசல் மீளாக்க IV. $(NH_2)_2S$ கரைசல் V. மீளாக்கப்பட்ட கார்பன் VI. தூய கார்பன் VII. தூய்மையாக்கப்பட்ட வளிமம் VIII. கழுவுநீர்.

படம் 2. பாய்மநிலைப் படுகை வழிமுறை

குறைவான இயக்கத்திறன், உறிஞ்சி மீட்புக்கான உயர் செலவு ஆகியன இம்முறையின் குறைபாடுகள்.

வினையூக்கி வழி வளிமத் தூய்மையாக்கல் (catalytic gas purification) எனும் வழிமுறையில் மாசுப்பொருள்கள் ஊக்குவிக்கப்பட்ட வினைகளின் மூலம் பிற சேர்மங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே, இங்கு மாசு அகற்றம் நிகழ்வதில்லை. நச்சுத் தன்மை கொண்ட மாசுப்பொருளாக இருந்தால் நச்சுத்தன்மையற்றதாக மாற்றப்படுகிறது. அல்லது வளியோட்டத்திலிருந்து எளிதாகப் பிரிக்கப்படவல்ல பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. கார்பன் மோனாக்சைடை CH_4 + H_2O ஆகவும், NOx ஐ N_2 + H_2O ஆகவும் வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில் மாற்றலாம். 99.9% வரை தூய்மையாக்கவல்ல செயல்திறன் கொண்ட இம்முறையில் தொழிலகச் சூழ்நிலைகளில் மாசகற்ற வினைகள் மீளா நிலையுற்று, மாசுப்பொருள் முழுதுமாக அகற்றப்பட்டு விடுகிறது. வினைகளில் உருவாகும் விளைபொருள் முழுதுமாக அகற்றப்பட முடியாததாக அமையக்கூடும். இது இம்முறையின் முதன்மையான குறையாகும். இதனால் பராமரிப்புச் செலவு மிகுதியாகலாம். இதனைத் தவிர்ப்பதற்குத் தொழிலகங்களிலிருந்து வெளிவரும் கழிவுப் பொருள்களையே தூய்மைப்படுத்தும் உறிஞ்சிகளாகப் பயன்படுத்தலாம். செலவை ஈடுசெய்யலாம். தொழிலகக் கழிவு வளிமங்களில் மாசுப்பொருள் செறிவு மிகவும் குறைவு; ஆனால் வளிமங்களின் அளவு மிக அதிகம். எனவே, தூய்மையாக்கும் அமைப்புகள் பெரியனவாகவும், சிக்கலானவையாகவும் உள்ளன.

இங்கு விளக்கப்பட்ட வழிமுறைகள் யாவும் செலவினமிக்கவை. அடையவேண்டிய தூய்மை அளவு கூடக்கூட, தூய்மைப்படுத்தும் அமைப்பின் அளவும் கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, நைட்ரிக் அமிலத் தயாரிப்பில் அடக்கத்தை 0.25 இலிருந்து 0.05% ஆகக் குறைப்பதற்குத் திண்ம ஓங்குகலனின் அளவை இரட்டிப்பாக்க வேண்டும். சூழ்வெளிப் பாதுகாப்புச்சட்டத்தின் அடிப்படையில் காற்றில் NOஇன் அனுமதிக்கப்பட்ட பெரும வரம்பு (MPL) 0.1 மி.கி./மீ^{3} ஆகும். இதனை எய்துவதற்கு வினையூக்கி வகைத் தூய்மையாக்கல் நிகழ்த்த வேண்டும். வினையூக்கியின் முன்னிலையில் NOஐ ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதால், முதன்மைத் தயாரிப்புப் பொருளான நைட்ரிக் அமிலத்தின் அடக்கவிலை கணிசமாகக் கூடுதலாகும்.

ஒரு வளிமத்தை மாசகற்றம் செய்வதற்கு எம்முறை சிறந்தது எனத் தேர்ந்தெடுக்கும் வழிமுறையை H_2S வளிமத்தை அகற்றும் பணியை நோக்கமாகக் கொண்டு விளக்கலாம். உறிஞ்சல் முறையையும் (படம் 1) வினையூக்க முறையையும் (படம் 2) ஒப்பிடலாம். பொதுவாக உலர்ந்த நிலையில் ்கையாளப்படும் முறைகள் பயன்மிக்கவை என அறியப்ப ட்டுள்ளது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தொழிலக நுண்ணுயிரியல்

பல பெருந்தொழில்களை வளர்ப்பதற்குத் தொழிலக நுண்ணுயிரியல் (industrial microbiology) பயன்படுகிறது. நுண்ணுயிரிகளின் ஆக்கச் சிதைவுச் செயல்களின் வேகம், இனப்பெருக்க வேகம், தான் வளரும் தாங்கிப் பொருளின் வேதி மாற்றங்களை நிகழ்த்தும் திறன் முதலியன தாவரங்களுக்கு மிகுதி. நுண்ணுயிரிகளின் இத்திறனை ஏற்ற வழிமுறைகளில் மனித இனம் பல நூற்றாண்டுகளாகப் பயன்படுத்தி வருகிறது. இத்தகைய நுண்ணுயிரிகளைப் பயன்படுத்திப் பல பெருந்தொழில்கள் வளர்ந்துள்ளன. பெருந்தொழில்களில் ஈடுபடுத்தப்படும் நுண்ணுயிரிகளின் செயலியல் தொகுப்பு, பெருந்தொழில் நுண்ணுயிரியல் அல்லது தொழிலக நுண்ணுயிரியல் எனப்படுகிறது.

மருந்து

பெனிசிலின். அலெக்சாண்டர் ஃபிளமிங் என்னும் அறிவியலாரால் 1929 ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலாகப் பெனிசிலியம் நோடேடம் (*Penicillium notatum*) என்னும்

சிப்பிக்காளன் (Pleurotus citrinopileatus)

பூசணத்திலிருந்து பெனிசிலின் தயாரிக்க முடியும் என்பது கண்டறியப்பட்டது. ஆங்கில-அமெரிக்க அறிவியலர்களின் கூட்டு முயற்சியினால் பல்வேறு ஆய்வுகள் தொடர்ந்து மேற்கொள்ளப்பட்டு இம்மருந்தினைக் குறைந்த செலவில் நிறைந்த அளவு உற்பத்தி செய்வதற்கான வழி முறைகள் உருவாக்கப்பட்டன. குறிப்பாகப் பெனிசிலியம் கிரைசோஜினம் (penicillium chrysogenum) என்னும் பூசணம் மிகுதியான அளவில் பெனிசிலினைத் தயாரிப்பதைக் கண்டு ஆராய்ந்துள்ளனர். பெனிசிலின் பொதுவாக ஒரு சில இனங்களைச் சார்ந்த பாக்டீரியாக்களின் வளர்ச்சியினைத் தடுத்தும் அவற்றை அழித்தும் பயனளிக்கிறது.

ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் : ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் என்னும் எதிர் உயிர் பொருள் ஸ்ரெப்டோமைசிஸ் கிரீசியஸ் (*Streptomyces griseus*) என்னும் நுண்ணுயிரினால் தயாரிக்கப்படுகிறது என 1944 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்காவில் வாக்ஸ்மேன் என்பார் கண்டறிந்தார். இது எலும்புருக்கி நோயினை ஏற்படுத்தும் மைக்கோபாக்டீரியம் டுபர்குளோசிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*) என்னும் நுண்ணுயிரி யையும் பாக்டீரியாவையும் தாக்கி அழிக்கவல்லது.

பெசிட்ரேசின். இந்த நுண்ணுயிர் எதிரி பேசில்லஸ் லைக்கனி ஃபார்மிஸ் (*Bacillus licheniformis*) என்னும் பாக்டீரியாவால் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது பல்வேறு பாக்டீரியாவை அழிப்பதால் பல நோய்களைக் குணப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகிறது. அவசர மருத்துவம் மேற்கொள்ளும் போது ஏற்படும் காயங்களைக் குணப்படுத்துவதில் இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஸ்டீராய்டு. இது இயற்கையில் உயிரினங்கள் உற்பத்தி செய்யும் ஒருவகைப் பொருள். இவற்றில் பல, மனிதன் மற்றும் விலங்குகளின் உடல்களில் உற்பத்தியாகும் ஹார்மோன்களாகும். குறிப்பாகக் கார்ட்டிசோன், கார்ட்டிசோல் என்னும் ஹார்மோன்கள் சிறுநீரகச் சுரப்பியில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஸ்ட்ரெப்டோபேன்தஸ் என்னும் தாவரம் சார்மேடோஜெனினையும் சோயாமொச்சை ஸ்டிக்மோஸ்டீராலையும் தயாரிக்கின்றன. சிறுநீரகக் கார்ட்டிசோன் ஸ்டிராய்டுகள் முடக்குவாத வீக்கத்தினை (rheumatoid arthritis) நலமாக்கப் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் ஒரு சில கருத்தடை மருந்துகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

எர்காட் அல்கலாய்டு. எர்காட் அல்கலாய்டு கிளேவிசெப்ஸ் பர்பூரியா (claviceps purpurea) என்னும் பூசணத்தில் மூலம் கிடைக்கிறது. இப்பூசணவித்து வால்கோதுமையைச் சார்ந்த தானியத்தின் கருவைத் தாக்கி அவற்றில் நோய் உண்டாக்கும்போது வித்துகள் தோன்றுகின்றன. இவற்றுள் அல்கலாய்டுகள் அடங்கியுள்ளன. இப்போது வால்கோதுமைச் செடிகள் இராமலேயே, கிளேவிசெப்ஸ் பர்பூரியாப் பூசணத்தையும் கரும்புச் சர்க்கரையையும் ஏனைய உப்புகளையும் கொண்டு $24^{0}C$ வெப்பநிலையில் நொதிக்கச் செய்து 12 நாள்களில் எர்காட் அல்கலாய்டுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வைட்டமின்

ரைபோஃபிளேவின். எரிமோதீஷியம் ஆஷ்பியை (*Eremothecium ashbyii*), ஆஸ்பியா காசிப்பியை (Ashbya gossypii) போன்ற பூசணங்களைக் கொண்டு இவ்வைட்டமினைத் தொழிற்கூடங்களில் தயாரிக்கலாம். ஸ்ட்ரெப்டோமைசிஸ் ஒலிவேசியஸ் (*Streptomyces olivaceus*) என்னும் ஆக்டினோமைசிட் கொண்டு $27^{0}C$ வெப்பநிலையில் பல்வேறு உணவுச்சத்து, கோபால்ட் குளோரைடு முதலியவற்றைக் கொண்ட கரைசலில் நொதித்து வைட்டமின் B_{12} தயாரிக்கப்படுகிறது.

அமினோ அமிலம்

குளுட்டாமிக் அமிலம். மைக்ரோகாக்கஸ் குளுட்டாமிகஸ் (*Micrococcus gultamicus*) என்னும் பாக்டீரியா மிகுதியான குளுட்டாமிக் அமிலத்தினைத் தயாரிக்கிறது.

லைசின். யுஸ்டிலேகோ மெய்டிஸ் (*Ustaligo maydis*) என்னும் பூசணம் அல்லது டாருலாப்சிஸ் யுடிலிஸ் (*Torulopsis utilis*) என்னும் ஈஸ்ட்டைக் கொண்டு இவ்வமிலத்தைத் தயாரிக்கலாம்.

நுண்ணுயிரிகளைப் பயன்படுத்தி நொதித்தல் முறையில் வேலைன் ஐசோலூசின் என்னும் அமினோ அமிலங்களை ஜப்பானில் சிறிய அளவில் தயாரிக்கின்றனர். திரியோனின், டிரிப்டோஃபேன், அலனின், மெத்தியோனின், அஸ்பார்ட்டிக் அமிலம், பினைல் அலனின், டைரோசின், புரோலின் போன்ற பிற அமினோ அமிலங்களையும் நுண்ணுயிரிகளைக் கொண்டு தயாரிக்கலாம்.

மதுபானம். ஈஸ்ட்டுகளைப் பயன்படுத்திக் கார்போஹைடிரேட் பொருள்களைச் சிதைத்துப் பலவித மதுபானங்கள் தயாரிக்கப்படும். நொதித்தல் செயல் (brewing) மூலம் ஒயின் தயாரித்தல் பல நூற்றாண்டுகளாக நடைபெற்று வருகிறது.

உணவுப் பொருள். பூசண இனத்தைச் சேர்ந்த காளான்கள் (mushrooms) சுவைமிக்க உணவுப் பொருள்களில் குறிப்பிடத்தக்கவை. மார்செல்லா (*Marchella*) என்னும் காளான் குளிர் நாட்டுக் காடுகளில் நிறைந்து காணப்படுகிறது. இதனைச் சேகரித்து உலர்த்தித் தேவைப்படும்போது சமைத்துண்பர். வால்வேரியெல்லா வால்வேசியா (*Volvariella volvacea*) என்னும் வைக்கோல்

காளான், அகாரிகஸ் பைஸ்போரஸ் (*Agaricus bisporus*) என்னும் மொட்டுக் காளான், பிளிரோட்டஸ் சஜோர்-காஜு (*Pleurotus Sajor-Caju*) என்னும் சிப்பிக் காளான் ஆகியவை தமிழகத்தில் செயற்கை முறையில் உற்பத்திச் செய்யப் படுகின்றன. பழனிமலைத் தொடர் அடிவாரத்தில் இயற்கையில் தோன்றியிருந்த பிளிரோட்டஸ் சிட்ரினோ பைலியேட்டஸ் (*Pleurotus citrinopileatus*) என்னும் புதிய சிப்பிக் காளானைச் சேகரித்துச் செயற்கையில் வளர்ப்பதற்கான நுணுக்கங்களைக் கோயம்புத்தூர், தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகத்தில் கண்டறிந் துள்ளனர். இக்காளான்களைப் புலால் உணவைப் போன்றோ காய் கறிகளைப் போன்றோ சமைத்து உட்கொள்ளலாம்.

– கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். J.J.Levy and et.al., *Industrial Microbiology*, John Wiley and Sons, Inc, New York, 1973.

தொழிலகப் பொறியியல்

வடிவமைப்பு, மேம்பாடு, ஒன்றுபடுத்தப்பட்ட மனிதர்களின் ஒழுங்குமுறை அமைப்பு, மூலப் பொருள் மற்றும் கருவிகளுடன் தொடர்புடையது எனத் தொழிலகப் பொறியியலை (industrial engineering) அமெரிக்கத் தொழிற்துறைப் பொறியாளர் நிறுவனம் (American Institute of Industrial Engineers) வரையறுக்கிறது. இதற்குக் கணிதம், அறிவியலில் மேம்பட்ட இயற்பியல் மற்றும் சமூக அறிவியலில் மேம்பட்ட அறிவு மற்றும் தேர்ச்சித்திறம் ஆகியன தேவைப்படுகின்றன. மேலும் பொறியியல் பகுத்தாய்வு, வடிவமைப்பின் கோட்பாடுகள், வழிமுறை ஆகியவற்றையும் அறிந்திருத்தல் இன்றியமையாதது. இவை மேற்கூறிய அமைப்புகளிலிருந்து பெறப்போகும் முடிவுகளைப் பற்றிக் குறிப்பிடவும், கணிக்கவும், விளக்கிக் கூறவும் பயன்படுகின்றன.

சிறப்பு அணுகுமுறை. பழமைவாய்ந்த தொழிலகப் பொறியியலுக்கு ஃப்ரடெரிக் டபிள்யூ. டெய்லர், ஃப்ரான்க் கில்பிரெத் ஆகியோர் சிறப்பு அணுகுமுறையை அறிமுகப்படுத்தினர். இவ்வணுகுமுறையில் தொழிற்கூடத் திட்ட அமைப்பு, ஊதிய உயர்வு, பணி மதிப்பீடு, உற்பத்தி முறைகள், தரக்கட்டுப்பாடு, கருவிகள் வடிவமைப்பு ஆகியவை அடங்கும். மேற்கூறியவை நடைமுறை வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவை.

நவீன செயலாட்சி அறிவியல் கருத்தாளர்கள் சிலர் இக்காலத் தொழிலகப் பொறியியற் செயல்பாடு சிலவற்றைப் புறக்கணித்தாலும் இவை இன்றும் குறிப்பிடத்தக்கவை. முறைகள், தொழிற் தரங்கள், மதிப்புகள் முதலியவை செயலாட்சிக்கு மிக இன்றியமையாதவை. அளவுசார்ந்த முறை மாதிரிகளுக்குச் சில செய்திக்குறிப்புகள் தேவைப் படுகின்றன. இத்தகு செய்திக்குறிப்புகள் கால ஆய்வின் மூலமாகவோ கூட்டிணைப்பு முறை சார்ந்த கால நிலைகளினாலோ, தொழில் மாதிரிகள் செய்வதினாலோ பெறப்படுகின்றன.

பல்கலைக்கழக அளவில், கல்வியில், திறமை அடிப் படையிலான வாழ்க்கைத் தொழிலுக்குரிய போட்டியிடலுக்கே முதலிடம் தரப்படுகிறது. தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களுக்கு அத்திறன் முறைகள், கால ஆய்வு, தொழில் திருத்தம் முதலியவவற்றில் சிறந்த பயிற்சி அளிக்கப்படுகிறது. அத்திறன், முதன்முதலில் தொழில்நுட்பக் கல்வி நிறுவனங்கள், கல்லூரிகள் மற்றும் ஆலோசக நிறுவனங்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. பல்கலைக்கழகங்கள் தங்கள் இக்காலப் பாடத்திட்டத்தில் இத்தகைய மரபு முறைகளுக்கு முதலிடம் கொடுப்பதில்லை. தொழிலகப் பொறியியல் செயல்பட வேண்டுமெனில், அது பழங்கால மற்றும் அதிநவீன நிர்வாக முறைகளையும் பயன் பாட்டிற்கேற்ப ஆய்வு முறைகளையும் அறிந்து தெளிந்து முழு உருவம் கொடுக்கப்படாத வாழ்க்கைச் சிக்கல்களைத் தீர்க்க வேண்டும்.

முறைமைக் கொள்கை. தொழிலகப் பொறியியலின் இயக்கச் சாய்வு, நுண்ணிய அளவிலிருந்து மாபெரும் அளவிலானது. எ-டு: தொழில் முறைப் பொறியியலில் இருக்கும் நுண்ணோட்ட மாதிரிப்படம் முதல் உரு நிறுவனத்தின் மொத்த செய்தி அமைப்பு உருவரைப்படம் வரை அல்லது உட்தொடர்புடைய துறைகளைக் கையாளும் சுட்டமைப்பு வரை இதில் அடங்கும்.

அறிவியல் துறைகளும் மனித நேயங்களும் ஒன்றுக்கொன்று சார்பு உடையதால், உற்பத்தி, வணிகம், செய்முறை ஆகியவற்றின் நிர்வாகம் மிகவும் கடினமானது. இத்தகு அமைப்புகளுக்கு நிர்வாக ஊழியர்களும், அறிவியல் வளர்ச்சியால் சிக்கலாக்கப்பட்ட சமுதாயத்தில், மனிதர்களையும், பொருள்களையும், கருவிகளையும் கொண்டு மிகத் திறமையாகச் செயல்படக்கூடிய கூட்டமைப்புகள் உருவாக்குவதற்கும், நிறுவுவதற்கும் உரிய திறமையாளர்களும் தேவைப்படுகின்றனர். இதனால் தொழிலாளர்களுக்குக் கல்வி அளிக்கப்படுகிறது. அவர்கள் மரபு விதிமுறைகளை மீறக்கூடிய அடிப்படை அறிவியல், பொறியியல், கணிப்பொறி பற்றிய உறுதியான அடிப்படையையும், அமைப்புகளையும் ஆய்வதிலும், உருவரைபடமாக்குவதிலும் வல்லமை படைத்தவராகத் திகழ்வர். அந்த அமைப்புகளின் ஆய்வின் முறையான வடிவம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

1) ஒரு சிக்கலான அமைப்பின் கூறுகளைக் கண்டறிதல், எ-டு: உற்பத்திப் பொருள் பெயர்ப்

பட்டியல் அமைப்பு, கணிப்பொறி அமைப்பு, கல்விப்பொருள் பெயர் பட்டியல் அமைப்பு, வளர்ச்சியுறா நாடுகளுக்கான செயல்முறைத் திட்டமிடல் மற்றும் கட்டுப்பாட்டமைப்பு, மருத்துவமனைச் செய்தி அமைப்பு மற்றும் விண்வெளிச் செய்தி அமைப்பு.

2) ஓர் அமைப்பின் இப்பண்புகளின் விரிவாக்கல், மாதிரிகள் மற்றும் அவற்றோடு ஒத்த மாதிரிகளின் உற்பத்தி அல்லது தேவைப்பட்டபோது கண்டு ணர்வு அணுகுமுறையை மேற்கொள்ளுதல்.

3) செயல்படும் அமைப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குத் தேவையான பின்னூட்டம், இந்த அமைப்பில் வேறுபாடு ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள செயல் தொடர்புகளை அமைத்தல்.

4) கண்டறிய இயலாத செயல்பாடுகளை ஆய்தல் மற்றும் வரைபடமாக்கல். அதனால் ஒரு முழு அமைப்பின் வடிவிற்கு ஒரு முடிவு கிடைக்கும்.

5) ஓர் இயக்க அமைப்பின் துணைஅலகுகளின் கடுமையான நிபந்தனைகளை அனுமதிக்கக் கூடிய முகிழ்நிலை உருமாதிரிகளை (Proto type models) உருவரைபடமாக்கல்.

6) முழு அமைப்பு மற்றும் ஒருங்கிணைந்த துணை அமைப்புகளின் பொருளாதார ஆய்வு.

நிர்வாக அறிவியல் மற்றும் செயல்முறை ஆய்வு. தொழில் முறையிலும், இடவசதியிலும் இன்றைய நவீன தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியில் நிர்வாகமே முதலிடம் பெறுகிறது. நிர்வாகம் ஓர் அமைப்பின் பகுதிகளை வழிகாட்டி, ஒருங்கிணைத்துக் கட்டுப்படுத்துகிறது. அனைத்து வளங்களையும் மிகச் சரியாக பயன்படுத்திக்கொள்வதன் வாயிலாகவும், புதிய கண்டுபிடிப்புகளைப் புதிய பொருள்கள் ஆக்கிக் கொள்வதன் வாயிலாகவும், ஐக்கிய நாடுகள் தொழில்நுட்பத்தில் முதலிடம் பெற முடியும். தேவைப்படக் கூடிய அளவு பயனடைதல், குறைந்த மூலப் பொருளிலிருந்து பயனடைதல் போன்றவை நிர்வாக அறிவியல் மற்றும் செயல்முறை ஆய்வின் இன்றியமையாக் கூறுகள் ஆகும். எனினும் இன்று இவை பெரும்பாலும் ஒரே பொருளில் கையாளப்படுகின்றன. ஏனெனில், அவை இரண்டின் உள்நோக்கங்களும் ஒன்றேயாகும். செயல்முறை ஆய்வு என்பது தொழில்துறைப் பொறியியலின் நுண் வகை என்று கருதப்படுகிறது.

செயல்முறை ஆய்வு பல வகைகளில் வரையறுக்கப் படுகிறது. அவற்றிலிருந்து பெறப்படும் நான்கு முக்கிய கருத்துகள் பின்வருவன:-

1) நிர்வாகச் சிக்கல்கள்: இவை நிறுவனத்தின் நோக்கங்களை அடைய வழிகாட்டுவன:

2) முடிவு எடுத்தல்: பல மாற்று வழிகளில், தேர்ந்தெடுப்பைப் பற்றி முடிவு செய்தல்.

3) அளவை அறுதியிடல்: மிகு லாபம், குறைந்த முதலீடு, மிகு கொள்திறன் போன்றவற்றில் சிறந்ததைத் தேர்ந்தெடுத்தல்.

4) அமைப்பு உள்-நோக்குமுறை (systems perspective): பல துறைகளுக்கும் பல மையங்களுக்கும் இடையே உள்ள உறவுகளிலிருந்து கிடைக்கும் கருத்துகளை அலசும் தன்மை.

அளவை அறுதியிடுதல் செயல்முறை ஆய்வின் முதன்மைக் கூறாக இருந்தபோதிலும் பெரிய அளவிலான சிக்கல்களைத் தீர்க்க இயலாததால் பல முடிவுகள் குறைந்த அளவையே அறுதியிடுகின்றன.

தாமஸ் எல்.சாட்டி என்பார் செயல்முறை ஆய்வு என்பது ஓவ்வாத முடிவுகளையே தரக்கூடிய சிக்கல்களுக்குச் சிறிது மேம்பட்ட முடிவுகளைத் தரக்கூடிய கலை என்கிறார். பொதுவாகச் செயல்முறை ஆய்வு, அளவிடக்கூடிய அல்லது மதிப்பிடக்கூடிய விவரங்களோடு தொடர்புடையது. நிர்வாகச் சிக்கல்களின் பண்புகள் அளவிட முடியாதவை. பல தொழில்துறைப் பொறியாளர்கள் இதுவரை, கணிதத்தை அவர்களின் கல்வி தொடர்பான நிகழ்ச்சிகளின் மேலோட்டத் தேவைக்காக மட்டுமே பயன்படுத்தியுள்ளனர். அவர்கள் கணிதத்தைத் தங்களின் கல்லூரி இயற்கணிதத்திற்கு அப்பால் தொழில்துறைப் பொறியியலில் பயன்படுத்த வில்லை. இந்நிலை இப்போது பெரிதும் மாறிவிட்டது. கல்வி பயிலும் நிலையிலேயே வேறுபடுத்துதல் (differentiation), வேறுபாட்டுச் சமன்பாடுகள், அணி இயற்கணிதம், நிகழ்தகவுக் கொள்கை (probability theory) ஆகியவை பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிற பொறியாளர் களைவிடத் தொழில்துறைப் பொறியாளர்களிடம் கணித அறிவு மிகுதியாக எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

செயல்முறை ஆய்வு நிர்வாகிப்பவரை வெளியேற்றாது. பல முடிவு எடுக்க வேண்டிய சிக்கல்களில் கணித நுட்ப முறைகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுதலும் செயல்முறை ஆய்வே. நிர்வாகச் சிக்கல்களைத் தீர்க்க தற்போதுள்ள முறைகள் நீக்கப்படுவதில்லை. மாறாகக் கணிதத்தின் மூலம் அவற்றில் முன்னேற்றங்கள் செய்யப்படும். இருப்பினும், நிர்வகிப்பவரே முடிவுகள் எடுக்க வேண்டும். செயல்முறை ஆய்வின் நோக்கம் சிறந்த முடிவு எடுப்பதேயாகும். சிறந்த செயல்முறைப்படுத்துபவர் என்பவர் கூடுதலான சிறந்த

முடிவுகளை எடுப்பவரே என்று கூறப்படுகிறது. செயல்முறை ஆய்வின் நோக்கம் செயல்முறைப்படுத்துபவருக்குச் சிறந்த முடிவுகளை எடுக்கும் திறமையை அளிப்பதே ஆகும். இன்றைய நிர்வகிப்பவர்களின் முடிவெடுக்க வேண்டிய சிக்கல்களைக் குறைப்பதே இவற்றின் குறிக்கோள் ஆகும்.

நடத்தை அறிவியில். தொழில்துறைப் பொறியாளர்கள் பெரிதும் மனிதனின் தொழில்நுட்பச் சுற்றுப்புறத்தோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளமையால், மனித-எந்திரப் பொறியியலின் மீது மிகுந்த கவனம் செலுத்துகின்றனர். தொழில்துறைப் பொறியாளர்களின் வாழ்க்கை அறிவியல் பற்றிய பல தகவல்களைச் சேகரிக்க வேண்டும். இதன்மூலம் மனிதனால் இயன்ற மற்றும் இயலாத பணிகளுக்கு ஏற்றவாறு சிறந்த நவீன எந்திர முறைகளை வடிவமைக்க வேண்டும். இதன் பயன்கள் பின்வருமாறு:-

தகவல் கட்டுப்பாட்டை வடிவமைத்தல், தன்னியக்க அமைப்பில் மனிதனையும் ஓர் உறுப்பாகக் கருதுதல், சிறந்த நிர்வாகத்திற்காக எந்திர அமைப்புகளை வடிவமைத்தல், பணிபுரியும் சுற்றுப்புறத்தில் கட்டுப்பாடு போன்றவையாகும்.

- கே.ஆர்.கோவிந்தன்

தொழிலக வானிலையியல்

வானிலைக்கு ஏற்றவாறு வணிகம், தொழில் போக்குவரத்து, வேளாண்மை போன்றவற்றில் நடைமுறைச் சிக்கல்களைச் செயல்படுத்துவது தொழிலக வானிலை இயல் (Industrial Meteorology) எனப்படுகிறது. வானிலை விவரங்கள் என்பவை கடந்த கால வானிலைக் குறிப்புகள், நிகழ்கால வானிலைக் குறிப்புகள், எதிர்காலத்தில் ஏற்படவிருக்கும் வானிலைக் குறிப்புகளை முன்னறிதல் (predictions) ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியவை. இதையே, வளிமண்டலத்திற்கு ஏற்படும் 'இயற்பியல் மாற்றங்களை அறிதல்' என்றும் கூறலாம். வானிலையின் தாக்கம் (weather influence) பற்றிய அடிப்படைத் தீர்மானங்கள் நடைமுறைச் சிக்கல்கள் (operational problems) எனப்படுகின்றன. வளிமண்டலத்தின் கடந்த கால, நிகழ்கால, எதிர்கால நிலைமைகளின் மிகச் சரியான வானிலைப் புள்ளி விவரங்கள் இராமையாலும், வளிமண்டலத்தில் ஏற்படும் இயற்பியல் மாற்றங்களை முழுமையாக அறிந்து கொள்ள இயலாமையாலும் வானிலைச் செய்திகள் அறுதியற்றவையாக (uncertain) இருக்கின்றன.

இதை விளக்க ஜெ.சி.தாம்சன் என்பார் உருவாக்கிய கீழ்வரும் எடுத்துக்காட்டைக் கூறலாம். ஒரு கட்டுமானக் கழகத்தில் (construction company) ஒவ்வொரு நாளும் கற்காரை (concrete) போடுவதில் சிக்கல் உண்டாகியது. ஒரு நாளில் கற்காரை போட்டவுடன் அடுத்த 36 மணி நேரத்தில் 0.15" அளவு மழை பெய்யப் பேரழிவு ஏற்பட்டது. புதிதாகப் போடப்பட்ட கற்காரையை மழையிலிருந்து பாதுகாக்க 400 அமெரிக்க டாலர் செலவாகும்.

மீண்டும் மீண்டும் எடுத்த தீர்மானங்களால் அடுத்த 36 மணி நேரத்திற்குள் எதிர்பார்க்கப்படும் 0.15" மழை அளவை விட மிகுதியான மழையை P என்றும், பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளுக்கான செலவு (400அமெரிக்க டாலர்கள்) C என்றும், குத்துமதிப்பான அழிவு L என்றும் இருப்பின் 5000 அமெரிக்க டாலர்கள் ஆகும். வரிசையாக ஏற்பட்ட மொத்தச் செலவைக் குறைப்பதற்கு P என்பது C/L ஐ விட மிகுதியாக இருக்கும் போது, பாதுகாப்பு முறைகளைச் செயலாக்க வேண்டும். இந்த எடுத்துக்காட்டில் உண்மையான வானிலையில் நடைபெற்ற தொடர்ச்சியான பணிகளில், பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் எடுக்கவில்லை என்றால் ஏற்படும் செலவு 85.000 அமெரிக்க டாலர் ஆகும். எதிர் வரும் வானிலையைப் பற்றிக் கவலை கொள்ளாமல் ஒவ்வொரு நாளும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் எடுத்தால் ஏற்படும் மொத்தச்செலவு 72.800 அமெரிக்க டாலர். மழை வரலாம் என்று தீர்மானிக்கும் (50:50% எதிர்பார்ப்பு) நாள்களில் மட்டும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் எடுக்கும்போது ஏற்படும் செலவு 32,600 அமெரிக்க டாலர் ஆகும். மாறுநிலை (critical) மழையளவு விகிதம் 0.08 ஐ விட மிகுதியாகலாம் என்று எதிர்பார்க்கும் நாள்களில் மட்டும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் எடுக்கும்போது ஏற்படும் மொத்தச்செலவு 24,400 அமெரிக்க டாலர். மிகச் சிக்கலான தீர்மானங்களை உள்ளடக்கும் வகையில் இந்த அணுகுமுறையை விரிவாக்கலாம். வானிலைத் தகவல்களைச் சிறப்பாகப் பயன்படுத்துவதை அளவிட தாம்சன், ஜீ.டபிள்யூ பிரையர் (G.W.Brier) ஆகியோர் சில முறைகளை உருவாக்கி உள்ளனர்.

ஐக்கிய நாட்டு வானிலைக் குழுமத்தால் நடத்தப்பட்ட ஒரு கணக்கெடுப்பின் (survey) மூலம் வணிகம், தொழில் துறைச் சிக்கல்களில் வானிலையின் கணிசமான பொருளாதார இன்றியமையாமை வலியுறுத்தப்படுகிறது. இந்த வானிலை அறிக்கைகள் (weather reports), முன்னெச்சரிக்கைகள் (forecasts), புயல் எச்சரிக்கைகள் (Storm warnings) கடந்த கால வானிலைக் குறிப்புகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் ஏற்படும் லாபம் அல்லது சேமிப்பைக் கணக்கிட முடிகிறது. ஐக்கிய நாடுகளில் மட்டும் 1,000,000,000 அமெரிக்க டாலரை ஓராண்டிற்குச் சேமிக்க முடிகிறது.

தீ விபத்தை ஈடுகட்டும் தேசிய வாரியம் கொடுத்துள்ள புள்ளி விவரங்களின்படி, வழக்கத்திற்கு மாறான வானிலையினால் ஏற்பட்ட பொருளாதார அழிவின் மதிப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 1940-1957 இல் ஏற்பட்ட 72 விதமான சூறாவளி, ஊழிக்காற்று, புயல், பெரு மழை ஆகியவற்றின் தாக்குதலால் 866,000,000 அமெரிக்க டாலர் சேதத் தொகையாக ஈடுகட்டப்பட்டது. இச்சேத மதிப்பில் காப்பீட்டு இழப்பு மட்டுமே அடங்கும். மொத்தச் சொத்து மதிப்பு இதில் அடங்காது. ஒரு

சொத்தில் 1,000,000 டாலருக்கும் மேல் சேத மதிப்பீடாகக் கோரப்பட்டுள்ளவை மட்டுமே மேற்காணும் தொகையில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

பெட்ரோலியத் தொழிலில் மட்டும் ஒரு மாதத்திற்கு முன்பே வரப் போகும் வெப்ப நிலையை அறிந்து கொள்வதன் மூலம் பெட்ரோலியத்தைச் சேமிப்புக் கிடங்கில் சேமித்து வைக்கும் செலவில் ஆண்டிற்கு 1,000,000 அமெரிக்க டாலர் வரை குறைவது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. நிகழப்போகும் வெப்பநிலைகளை அறிவதால், சூடாக்குவதற்குத் தேவையான இடம் சரியாக மதிப்பிடப்படுகிறது. இதன் மூலம் சூடாக்கும் எண்ணெயை வரையறை செய்வதில் (heating oil scheduling) முன்னேற்றம் செய்யப்பட்டு இந்தச் சேமிப்பு செய்யப்படுகிறது. பலவிதத் தொழில்களிலும், வானிலையைப் பயன்படுத்துவதற்குப் பொருளாதார இன்றியமையாமை ஏற்பட்டுள்ளமையால் வானிலையில் ஆய்வாளர்களுக்கு ஐக்கிய நாடுகள் வானிலைக் கழகத்திற்கு வெளியே செய்ய வேண்டிய சில இன்றியமையாப் பணிகள் உள்ளன. இப் பணிகள், குறிப்பிட்ட நிறுவனங்களால் பணியில் அமர்த்தப்பட்ட வானிலையியல் வல்லுநர்கள் அல்லது வானிலையியல் ஆலோசகர்களால் செய்யப்படுகின்றன. ஐக்கிய நாட்டில் உள்ள 7000 முழு நேர வானிலையியல் வல்லுநர்களில் ஏறத்தாழ 9 சதவீதத்தினர் தொழிலக வானிலையியலுக்கு முகப்புக் கூறும் (facet) பணியில் உள்ளார்கள். இவர்களில் பெரும்பான்மையோர் சிறப்பான வானிலைத் தகவல்களைக் கொண்டு பாதுகாப்பாக இயங்கக் கூடிய வணிக வானூர்தி நிறுவனங்களில் பணிபுரிகின்றனர். வளிமம் மற்றும் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தும் துறை, சாலை மற்றும் தெருக்களைப் பராமரிக்கும் துறை, வெளிப்பகுதிக் கட்டுமானத் துறை, கடல் வழிப் போக்குவரத்து துறை, விளம்பரம் மற்றும் சிறு வணிகத் துறை, வெள்ளத் தடுப்பு வடிவமைப்புத்துறை, காற்று மாசுபடுத்தல் தடுப்பு துறை, கட்டட மற்றும் தளவாட வடிவமைப்புத்துறை, வளிமண்டல அரிப்புத் (atmospheric corrosion) தடுப்புத் துறை, வேளாண் திட்டம் மற்றும் உற்பத்தித்துறை, வெப்பக் கட்டுப்பாடு மற்றும் சூடாக்கி வடிவமைப்புத் துறை ஆகியவை தொழிலக வானிலையியல் வல்லுநர்கள் பணிபுரியக்கூடிய நிறுவனங்களாகும்.

வானிலையியல் துறையின் (American Meteorological Society) தொழிலக வானிலைக் குழுவினால் (Industrial Meteorological Committee) ஒவ்வோர் ஆண்டும் தொழிலக வானிலை மாநாடுகள் ஏற்பாடு செய்யப்படுகின்றன. மிகச் சிறந்த பட்டறிவும் நடைமுறைக்கு ஏற்ற உயர்ந்த திறனும் மிக்க வானிலை ஆலோசகர்களுக்கு இந்தத் துறையினர் (society) சான்றிதழ் வழங்குவதற்குத் தகுந்த திட்டத்தை உருவாக்கியுள்ளனர்.

- தி. இந்திரன்

தொழிலக விலைக் கட்டுப்பாடு

தொழிலகத்தில் உற்பத்தி மற்றும் விற்பனை விலைக் கட்டுப்பாடுகள் நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவை. தொழிலகத்தின் வருமானம் வாடிக்கையாளர்களுக்குப் பொருள்களின் விலையைக் குறித்தல், அறுதியிடல், நிர்வாகத்தினரின் திட்டங்களை நிறைவேற்றத் துணையாக இருத்தல், தொழிலதிபர்களின் வரவுசெலவு திட்டங்கள் போன்ற முதன்மைக் காரணங்களுக்கு விலைக் கட்டுப்பாடு மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

விலை மூலக் கூறுகள். : தொழிலகப் பொருள்களின் அடக்க விலை மூலக் கூறுகளைப் (elements of cost) பொருள்களின் அடக்க விலை (material cost) தொழிலாளர்களின் விலை மதிப்பு (labour cost), பலவகைச் செலவினங்கள் (expenses) என வகைப்படுத்தலாம்.

பொருள்களின் அடக்க விலை

பொருள்களின் அடக்க விலையை மேலும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நேரடிப் பொருள்கள் விலை. ஒரு பொருளை வாங்கிய குறிக்கோளுக்கே பயன்படுத்த வேண்டும். எனவே அதற்கு எவ்வளவு செலவு ஏற்பட்டதோ அந்தச் செலவிற்கு அல்லது அதற்கு ஏற்படுகின்ற மொத்தச் செலவிற்கு நேரடிப் பொருள்களின் விலை அல்லது செலவு என்று பெயர். எ-டு: ஒரு கட்டடம் கட்டுவதற்குத் தேவைப்படும் சிமெண்ட் மூட்டைகளின் விலை நேரடிப் பொருள் விலை (direct material cost) எனப்படும்.

மறைமுகப் பொருள் விலை. சிமெண்ட் மட்டும் கொண்டு ஒரு கட்டடத்தைக் கட்டிவிட முடியாது. சுவர் எழுப்புவதற்குத் தேவையான கரணை (trowel) நூல் குண்டு (plumb bob) சாரம் (Scaffolding) கட்டத் தேவையான பலகை, மரம் இவற்றோடு மணல், நீர், சரளை, கம்பி போன்றவற்றை வாங்க ஆகும் செலவு மறைமுகப் பொருள் விலை (indirect material cost) எனப்படும்.

தொழிலாளர்களின் மதிப்பு

பொருள்களின் விலையைப் போலவே தொழிலாளர்களின் விலை மதிப்பையும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நேரடித் தொழிலாளர் விலை மதிப்பு. ஒருவர் எந்தக் காரணத்திற்காகப் பணியில் அமர்த்தப்பட்டாரோ அதை நிறைவேற்றும் பொருட்டு ஏற்படும் செலவினங்கள்

நேரடித்தொழிலாளர் செலவு அல்லது நேரடி விலை மதிப்பு (direct labour cost) ஆகும். எ-டு : சுவர் கட்டும் கொத்தனாருக்குக் கொடுக்கப்படும் ஊதியம் விலை மதிப்பாகும்.

மறைமுகத் தொழிலாளர் விலை மதிப்பு. நேரடி தொழிலாளர்களுக்கு உதவி செய்யும் பொருட்டுச் சில தொழிலாளர்களைப் பணிக்கு அமர்த்தினால் அவர்களுக்காக ஏற்படும் செலவு மறைமுகத் தொழிலாளர் செலவு அல்லது மறைமுக விலை மதிப்பு (indirect labour cost) எனப்படும். எ-டு: கொத்தனாருக்குச் செங்கல், சிமெண்ட் கலவை முதலியன எடுத்துக் கொடுக்கும் சிற்றாளுக்குக் கொடுக்கப்படும் ஊதியம்.

செலவுகள். பொதுவாகச் செலவினங்களை நேரடிச் செலவு (direct expense), மறைமுகச் செலவு (indirect expense), மாறாச் செலவு (fixed expense), மாறும் செலவு (flexible expense) என மேலும் பிரிக்கலாம். தேவை மற்றும் இன்றியமையாமையைக் கருத்தில் கொண்டு செலவினங்களைத் தொழிலகச் செலவு (factory expense), நிர்வாகச் செலவு (administrative expense), விற்பனை மற்றும் பொருள் பகிர்வு செலவு (selling and distribution expense) என மூவகையாகப் பிரிக்கலாம். இவ்வாறு பிரிப்பதன் மூலம் இழப்பு ஏதேனும் ஏற்பட்டால் மிகுதியாகச் செலவானமையால் இந்நிலை ஏற்பட்டது எனக் கண்டு உரிய நடவடிக்கை எடுக்க வேண்டும். லாபம் ஏற்பட்டால் எந்தத் துறையின் காரணமாக லாபம் ஏற்பட்டிருக்கிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்துத் தொடர்புடைய துறையினருக்கு ஊக்கத் தொகை வழங்கவும் செய்யலாம். மேற்கூறியவற்றைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளின் வாயிலாக அறியலாம்.

நேரடிப்பொருளின் அடக்க விலை + நேரடி தொழிலாளரின் விலை மதிப்பு நேரடிச் செலவு (direct xp) = முதன்மை அடக்கவிலை (prime cost), முதன்மை அடக்க விலை (Prime Cost) + தொழிலகச் செலவு (factory exp) = தொழிலக அடக்க விலை.

தொழிலக அடக்க விலை (factory cost) + நிர்வாக செலவு (administrative exp) = உற்பத்தி அடக்க விலை (production cost), உற்பத்தி அடக்கவிலை = விற்பனை மற்றும் பகிர்வு செலவு = மொத்த அடக்க விலை.

விலையைக் கட்டுப்படுத்துதல். வணிகர்கள் பொதுவாகத் தொழில் நடத்தும்போது அவர்கள் ஒவ்வொரு பொருளின் அடக்க விலை மற்றும் செலவினங்களை முறையாகக் கட்டுப்படுத்தாமல் இருந்துவிடுவதால் சில நேரங்களில் இழப்பு ஏற்படுவதுடன் பொருள்களின் அடக்க விலையும் மிகுந்துவிடும். அதனால் சந்தை அல்லது விற்பனை நிலையங்களில் போட்டிகள் எழும். எனவே பொருளின் விலையைக் குறைக்கத்தக்க தருணத்தில் ஒழுங்கான வழிமுறைகளைக் கடைப்பிடித்து அப்பொருளின் அடக்க விலையைக் குறைத்து அல்லது கட்டுப்படுத்தி விலையைக் கீழ்க்காணுமாறு குறைக்கலாம்.

முதன்மை அடக்க விலை

முதன்மை அடக்க விலை ஒரு பொருளின் மொத்த அடக்க விலைக்கு (total cost) மிகவும் இன்றியமையாதது. முதன்மை அடக்க விலையில் ஒரு பொருளின் அடக்க விலை நேரடிப் பொருளின் அடக்க விலை (direct material cost), நேரடித் தொழிலாளரின் விலை மதிப்பு, (direct labour cost) நேரடிச் செலவினங்களின் (direct expenses) கூட்டமைப்பே ஆவதால் பொருளின் மொத்த அடக்க விலைக் குறைப்பிற்கு இது காரணமாகிறது.

நேரடிப் பொருள் அடக்க விலை. நேரடிப் பொருள் அடக்க விலை மிகவும் இன்றியமையாததாக உள்ளமையால் கவனமாகத் திருத்தம் செய்ய வேண்டும். அதைக் கீழே காணுமாறு ஒழுங்காகக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பண்டகசாலையைத் (store-room) திறமையாகவும் முறையாகவும் அமைத்துக் கவனிக்க வேண்டும்; குறிப்பிட்ட அளவில் தேவையான பொருள் மட்டுமே பயன்படுகின்றனவா என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். இருப்புச் சரக்கு மிகுதியாக இராமல் பார்த்துக் கொள்வதுடன் அவ்வாறு இருப்பின் இருப்புச் சரக்கைத் தவிர்க்க வேண்டும்; முடிந்தவரை குறைந்தளவு எந்திரங்கள், பொருள்களைக் கையாளுவதுடன் முறையான வழியைப் பயன்படுத்தி அதற்காகும் செலவினைக் குறைக்க வழி வகுக்க வேண்டும். பொருள்களைப் பயன்படுத்தும்போது ஏதாவது கழிவு மற்றும் பயன்படாத எஞ்சிய பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

நேரடித் தொழிலாளர் விலை மதிப்பு. இதைக் கீழ்க்காணுமாறு கட்டுப்படுத்தலாம். ஒவ்வொரு மணி நேரத்திற்கும் தொழிலாளர்களின் விலை மதிப்பீடு (labour cost) எவ்வளவு என்பதை அறிந்து தெரிவிக்க வேண்டும். நேரம் மற்றும் நகரும் கல்விப் புல (time and motion study) முறையைப் பயன்படுத்தித் தொழிலாளர்களின் கூலியைச் சரியாகக் கணக்கிட்டுக் குறிப்பிட வேண்டும். ஒவ்வொரு தொழிலாளரும் பணியை முடிக்க எவ்வளவு நேரம் எடுத்துக் கொள்கின்றனர் என்னும் விவரத்தை சரியான முறையில் கணக்கிட்டு அறிமுகப்படுத்த வேண்டும். பொருத்தமான ஆய்வு (suitable inspection) மேற்பார்வை, கண்காணிப்பு (supervision) ஆகியவற்றை அறிமுகப்படுத்த வேண்டும். பொருத்தமான கூலி கொடுக்கும் முறையைத் தெரிவு செய்து அறிமுகப்படுத்த வேண்டும்.

தொழிலக அடக்க விலை. தொழிலக அடக்க விலை என்பது முதன்மை அடக்க விலையுடன் தொழிலகச் செலவினைச் சேர்ப்பதாகும். எனவே தொழிலகச் செலவினைக் கீழ்க்காணுமாறு குறைக்கலாம்.

தொழிலக அலுவலகத்தில் பணியாளர்கள், அலுவலர் பயன்படுத்தும் தொலைபேசி, தந்தி போன்றவற்றைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தி அதற்காகும் செலவுகளை ஓரளவு குறைக்கலாம். தேவையில்லாமல் எழுது பொருள்கள் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்கலாம். சரியான எந்திரங்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் மின் கட்டணச் செலவைக் குறைக்கலாம். தொழிலாளர்களுக்குத் தேவையற்ற பயிற்சியைக் கொடுப்பதன் மூலம் ஆகும் செலவைக் குறைக்கலாம்.

அலுவலக அடக்க விலை அல்லது உற்பத்தி அடக்க விலை (production cost). இது உற்பத்தி அடக்க விலையுடன் விற்பனை (selling) மற்றும் பொருள் பகிர்வு செலவினங்களைச் (distribution expenses) சேர்ப்பதால் பெறுவதாகும். எனவே விற்பனை மற்றும் பொருள் பகிர்வு செலவினங்களைக் குறைக்கத் தக்க வழிமுறைகளைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும். தேவைக்கு மேற்பட்ட விற்பனையாளர்கள், விற்பனை முகவர்கள் போன்றோரைப் பணியமர்த்தக்கூடாது. எனவே, சிறந்த திறமையான குறைவான தொழிலாளர்கள், விற்பனையாளர்கள், முகவர்களைக் கொண்டு அவர்களின் திறமையை முழுமையாகப் பயன்படுத்தித் தேவையற்ற செலவினங்களைக் குறைப்பதன் மூலம் ஒரு பொருளின் விலை குறைவதுடன், நுகர்வோருக்குக் குறைந்த விலையில் கிடைக்குமாறு விற்பனை விலையையும் குறைத்துப் பொருளை வழங்க முடியும்.

தொழுநோய்

இந்நோய் மைக்கோபேக்டீரியம் எனும் நுண்ணுயிரியால் உண்டாகிறது. 1873இல் டென்மார்க் நாட்டைச் சேர்ந்த டாக்டர் ஹேன்சன் என்பார் இவ்வுயிரியைக் கண்டுபிடித்தமையால் இந்நோயை ஹேன்சன் நோய் (Hansen disease) என்றும் குறிப்பர். தொழுநோயும் ஒரு தொற்று நோயே என்றாலும் இது தடுக்கப்படக்கூடியது. இது பரம்பரை நோயன்று. இந்நோய் பெருமளவில், மேற்கு ஆ·.ப்ரிகா, இந்தியா (குறிப்பாகத் தென்னிந்தியா), மியான்மர், மலேயா, தென்சீனா ஆகிய நாடுகளில் பரவியுள்ளது.

மைக்கோபேக்டீரியம் லெப்ரா நுண்ணுயிரி, காசநோய் நுண்ணுயிரி போன்று நீர்மத்தையும், ஆல்கஹாலையும் எதிர்க்கவல்லது. சாயமேற்றப்பட்டபின் உருப்பெருக்கி யடியில் பார்த்தால் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில், சுருட்டுகளின் கூட்டம் போன்றும் வைக்கோல் போர் போன்றும் தோற்றமளிக்கும்.

பொதுவாக 18 வயதுக்கு மேற்பட்டோர் இந்நோயால் தாக்கமுறுவதில்லை. வெள்ளைச் சுண்டெலியின் பாதங்களில், இவ்வுயிரிகளைச் செலுத்தி வளர்த்துள்ளனர். இதிலிருந்து உயிரிகளை எடுத்துப் பிற விலங்குகளுக்கு இந்நோயை உண்டாக்க முடிந்தது.

இந்நோய் உண்டாவதில் பல நிலைகள் உண்டு. அவை வயது, நோயின் வகை, நோயாளியுடன் தொடர்பு, உணவு, இனம், பாலினம், முன்னிணக்க நிலைகள், குடும்ப நிலை, தட்ப வெப்ப நிலை, காற்று, நீர், நோய்க் கடத்தும் உயிரிகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவை. இவற்றில் மிக முக்கியமானவை வயது, நோயின் வகை, நோயாளியுடன் தொடர்பு என்பன. இந்நோய் பெரும்பாலும் குழந்தைப் பருவத்திலேயே தொடங்குகிறது. லெப்ரமாடஸ் வகை நோயே பெருமளவில் தொற்றும் தன்மை உடையது. இவ்வகையுடைய நோயாளியுடன் (தாயாகவோ, தகப்பனாகவோ இருக்கலாம்) பல ஆண்டுகள் பழகினால்,குழந்தைக்கும் இந்நோய் வரலாம்.

தொற்றுவது, தொற்றாது என இந்நோயை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். தொற்றக்கூடிய வகையில், நோயாளியின் தோலின் படையிலிருந்து ஒரு சிறு பகுதியைக் கீறி எடுத்துச் (biopsy) சீல்நீல்சன் செயல் முறைப்படிச் சாயமேற்றினால் நீர்ம எதிர்ப்பும் ஆல்கஹால் எதிர்ப்பும் கொண்ட இளஞ்சிவப்பு நிறச் சுருட்டுக் கூட்டம் போன்ற உயிரிகளால் நோயைப் பற்றி முடிவு செய்ய முடியும்.

லெப்ரோமா வகை நோய் கொண்ட நோயாளி தும்மும்போது மூக்குச் சளிச் சவ்விலிருந்து வெளிப்படும் தொழுநோய் நுண்ணுயிரிகள்,பிறரையும் பாதிக்கலாம். தொடுவதன் மூலமோ, உள்மூச்சின் மூலமோ இந்நோய் பரவுவதாகத் தெரியவில்லை. நோய் மறைகாலம் 2 - 5 ஆண்டுகளாகும்.

நோயின் வகையில் லெப்ரமாட்டஸ், டியூபர்குலாய்டு வகையுடன் அறுதியிடாத வகையும் (border line), உறுதிப்படா வகையுடன் (indeterminate) உண்டு. பின் இரு வகைகளும் இறுதியில் லெப்ரமாடஸ் வகையாகவோ, டியூபர்குலாய்டு வகையாகவோ மாறிவிடக்கூடும்.

லெப்ரமாட்டஸ் வகை. தொடக்கத்தில் நோய் பற்றி அறிவது கடினம். உடலில் சிவப்பு நிறப்படை தோன்றலாம். இதற்குக் குறிப்பிட்ட எல்லை இல்லை.

குறை நிறப்பகுதிகள் காணப்படா; நரம்புகள் கடினமடைந்து காணப்படுகின்றன; தோல் படையில் வலி

உணர்வும், வெப்ப உணர்வும் இரா. ஆனால் தொடு உணர்வு இருக்கும். முகத்தில், புருவங்கள் விரைவில் மறைகின்றன; கழலைகள் தோன்றி முகம் சிங்கம் போன்று தோற்றமளிக்கும். இக்கழலைகள், முகத்தைத் தவிரக் காதுமடல்கள், தோள், கை, கால்களின் ஓரம், பிட்டம், மார்பு ஆகிய இடங்களிலும் தோன்றலாம். இவ்வகை நோய், பெருமளவில் தொற்றும் தன்மை கொண்டது. குறிப்பாக மூக்கின் சளிச் சவ்வில் நுண்ணுயிரிகள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. மேலும் மூக்கின் உள்ளேயுள்ள புண்களிலிருந்து குருதி வெளிப்படும். இதில் அருவெறுக்கத்தக்க நாற்றமிருக்கும். நாளடைவில் மூக்குப் பிரிவின் நடுச்சுவரில் துளை விழுந்துவிடும். இதனால் மூச்சு விடுதலில் கடினம் ஏற்படும். கண்ணில் நைவு ஏற்படும்போது பார்வை இழப்பு ஏற்படலாம். குரல்வளை பாதிக்கப்படும்போது தொண்டையில் கரகரப்பும், குரலிழப்பும் தோன்றும். மனிதனின் பிறப்பு உறுப்புகள் பாதிக்கப்படும்போது ஆண்களிடம் முலை வீக்கமும் பாலினச் செயலிழப்பும் தோன்றுகின்றன.

டியூபர்குலாய்டு வகை. தோல் படைக்குத் தெளிவான எல்லைகள் உண்டு. அவை தோலிலிருந்து உயர்ந்து காணப்படுகின்றன. குறை நிறமுடைய உணர்வற்ற, வியர்வைச் சுரப்பு இராத படைகள் காணப்படுகின்றன. நோய்க் கூராய்வு செய்தால் இவற்றில் நுண்ணுயிரிகள் காணப்படா. இந்நோய் தொற்றும் வகையைச் சார்ந்தன்று.

பல நரம்பு வகைத் தொழுநோயில் தோல் படைகள் காணப்படா. ஆனால் பல புற நரம்புகள், குறிப்பாக அல்நார் (ulnar) பாதிக்கப்படுவதால், கைகள், கிளிக் கைபோன்று (claw hand) விரல்கள் உள்நோக்கி வளைந்து, நகங்கள் உள்ளங்கையைத் தொட்டுக் கொண்டு இருக்கும். நரம்புகள் செல்லும் பாதையில் உணர்வே தோன்றாது, நரம்புகள் தடித்து இருக்கும். இரு பக்க முகநரம்புகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

லெப்ரமின் ஆய்வு. காச நோயில் மாண்டோ ஆய்வு (Montoux test) தொழுநோயில் லெப்ரமின் ஆய்வு செய்யப்படும். லெப்ரமின் கரைசலில் இறந்துவிட்ட தொழுநோய் நுண்ணுயிரிகளின் கலவை இருக்கும். ஒரு சில கலவைச் சொட்டுகளைத் தோல் அடியில் செலுத்தினால் (intra dermal) தோன்றும் எதிர் வினைகளை 4 வாரத்திற்குப் பின் காணலாம். எதிர் வினைகள் உண்டாகி நேர்மறையாக (positive) இருந்தால் டியூபர்குலாய்டு வகை என்றும், எதிர்மறையாக (negative) இருந்தால் லெப்ரமிடஸ் வகை என்றும் கொள்ள வேண்டும். அண்மைக் காலங்களில் இந்த லெப்ரமின் ஆய்வு பொதுவாகக் கையாளப்படுகிறது.

லெப்ரா வினை (Lepra reaction). லெப்ரமின் ஆய்வும், லெப்ரா எதிர் வினையும் வெவ்வேறு. முன்பே உடலில் இருந்த தோல் நைவுகளில் புதிய எதிர் வினைகளும் அழற்சியும் தோன்றுவதையே லெப்ரா எதிர் வினை என்பர். தொழுநோய்க்கு எதிரான மருத்துவம் அளிக்கும்போதும் லெப்ரா எதிர் வினை தோன்றலாம். இப்போது காய்ச்சல், உடல் வலி, தோல் படையில் அழற்சி ஆகியவையும் கண் அழற்சி, விரை அழற்சி, நிணைக்கட்டி அழற்சி, நரம்பு வலி, கைகால் வீக்கம் ஆகியவையும் தோன்றலாம். லெப்ரா எதிர் வினைக்கு மருத்துவமாகக் கார்டிகோஸ்டிராய்டு மருந்துகள்,ஆஸ்பிரின், குளோரோகுயின் ஆகியவற்றை மாத்திரைகளாகக் கொடுக்கப்படலாம். ஆன்டிமனி கலந்த ஸ்டிபோபென் 2 மி.லி தசை ஊசியாகத் தரலாம்.

தொழுநோய்க்காகப் பின்வரும் மருந்துகளை அன்றாடம் தரலாம். இரண்டு அல்லது மூன்று மருந்துகளைக் கூட்டாகத் தரலாம். அவை (நாளும்) டேப்சோன் (டி.டி.எஸ்) 100 மி.கி., ரிபாம்பிசின் 450-600 மி.கி., குளோபாசிமின் 100 மி.கி., எதியோனமைட் 500 மி.கி., தயசிடசோன் 150 மி.கி., என்பன. இவற்றில் டேப்சோன், ரிபாம்பிசின், குளோபாசிமின் ஆகியவையே பெருமளவில் கையாளப்படுகின்றன. இரண்டாண்டுகளுக்கு மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். ரிபாம்பிசின் மருந்தை மாதத்திற்கு ஒரு முறை 600 மி.கி., அலகில் தரலாம். கிளிக் கைக்குத் இக்காலத்தில் அறுவை செய்தல் பெரும்பயனளிக்கிறது.

- அ.கதிரேசன்

தொழுவன் பூச்சி

இது பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சி இனங்களைக் கொன்றுண்ணும் இயல்பு உடையது. இப்பூச்சியின் முன்கால்கள் இரையைப் பிடிப்பதற்கு வசதியாக மடங்கும் தன்மையுடனும் முள்களுடனும் இருக்கும். இக்கால்கள் நடப்பதற்குப் பயன்படா. முன்கால்களை நீட்டி, முன்னும் பின்னும் அசைப்பதால், இவ்வசைவுகள், மனிதர்கள் பசுவிடம் பால் கறப்பதை ஒத்துள்ளன. எனவே, இப்பூச்சியைத் தொழுவன்பூச்சி (*Mantis religiosa*) என்பர். இரையைப் பிடிப்பதற்காக அசையாமல் காத்திருக்கும் நேரத்தில், இது தன் முன்கால்களை ஒன்று சேர்த்துக் கரம் கூப்பி, கும்பிடுவது போன்ற நிலையில் வைத்துள்ளமையால் இதனைக் கும்பிடும் பூச்சி *(Praying mantis)* என்றும் குறிப்பிடுவர்.

தொழுவன் பூச்சியில் ஆண், பெண் வேறுபாடு உண்டு. ஆண் பூச்சி பெண் பூச்சியுடன் கலவியில் இணையும்போது, பெண் பூச்சி ஆண் பூச்சியின் தலையைக் கடித்துத் தின்றுவிடுவது வழக்கம். பெண் தொழுவன் பூச்சி முட்டைகளைக் குவியலாக, வயிற்றின் நுனியிலிருந்து சுரக்கும் ஒரு வகை நீர்மத்தால் மூடி, செடிகளின் இலை மற்றும் தண்டுகளின் மீது இடும். ஒவ்வோர் இனத் தொழுவன் பூச்சியும் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்தில் முட்டைக் கூடுகளை (ootheca) அமைக்கும். இம்முட்டைக்கூடுகள் காய்ந்து

தொழுவன் பூச்சி (Mantis religiosa)

கெட்டியாகி, உள்ளிருக்கும் முட்டைகளை எதிரிகளிட மிருந்தும், ஒட்டுண்ணிகளிடமிருந்தும் சூரிய வெப்பத்தி லிருந்தும் காக்கும். சில நாள்களில் முட்டைகள் பொரிந்து, இளரிகள் (nymphs) எனப்படும் குஞ்சுகள் முட்டைக் கூடுகளைக் கிழித்துக் கொண்டு வெளி வரும். இவை இறக்கைகள் அற்று, தாய்ப் பூச்சியின் உருவ அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். இளங்குஞ்சுகள் தம் அளவிற்கு ஏற்ற சிறு புழு பூச்சிகளைப் பிடித்து உண்டு வளரும். ஒவ்வொரு படிநிலை வளர்ச்சிக்கும் இடையில் தம் தோலை உரித்து ஐந்து இளநிலைப் பருவங்களைக் கடந்து, முழு வளர்ச்சி அடைந்து தொழுவன் பூச்சிகளாகின்றன. இளரிகளின் 4, 5 ஆம் இளநிலைப் பருவங்களில் இறக்கைகள் முளைவிட்டு (wing buds), இறுதி நிலையில் முழு இறக்கைகளாக விரிகின்றன. இந்நிலைக்குப் பின், பூச்சிகள் வளர்வதில்லை.

தொழுவன் பூச்சி, தன் தலையை அனைத்துத் திசைகளிலும் எளிதாகத் திருப்பும் அமைப்புடையது. தலையில் இரண்டு கூட்டுக் கண்களும் (compound eyes), மூன்று புள்ளிக் கண்களும் (ocelli), இரண்டு உணர் கொம்புகளும் (antennae) உண்டு. வாய்ப்பகுதியில் இரண்டு வலிவான பற்கள் (mandibles) உள்ளன. இவற்றின் உதவியால் தொழுவன் பூச்சி தன் இரையைக் கடித்து மென்று விழுங்கும். இப்பூச்சியில் உள்ள ஈரிரட்டை இறக்கைகள் நன்கு பறக்க ஏற்றவை. மார்புப் பகுதியில் உள்ள 3 இரட்டைக் கால்களில் முன் இரட்டைக் கால்கள் இரையைப் பிடிக்கவும், வாயினருகில் கொண்டு செல்லவும், மற்ற ஈரிரட்டைக் கால்கள் விரைந்து நடக்கவும், ஓடவும் உதவுகின்றன. வயிற்றுப் பகுதியின் முடிவில் கலவி உறுப்புகள் (external genitalia) உள்ளன.

இயல்பாக, தொழுவன் பூச்சி பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். செடிகளின் ஊடே இருக்கும்போது பெரும்பாலும் கண்ணுக்குப் புலப்படாது. சில வகைத் தொழுவன் பூச்சி காய்ந்த சருகு நிறத்திலும் இருக்கும். இது காய்ந்து உதிர்ந்த இலைச்சருகுகளின் ஊடே இருந்துகொண்டு, அங்கு வரும் பூச்சிகளைத் தின்று வாழும். தொழுவன் பூச்சி மற்றப் பூச்சி இனங்களை வேட்டையாடுவதில் சிறந்தது. இரையாகப் போகும் பூச்சி அருகில் வரும் வரை பொறுமையாகக் காத்திருந்து, பின் அருகில் வந்ததும் திடீரென முன்கால்களை நீட்டி இரையைப் பிடித்து, வாயினருகில் கொண்டு சென்று, இரைப்பூச்சியின் தலையை முதலில் கடித்துத் தின்றுவிடும். பின்பு, மற்றப் பகுதிகளைத் தின்று முடிக்கும். தொழுவன் பூச்சி தன்னைவிட உருவில் பெரிய பூச்சிகளைக் கூட எளிதில் தன் வலிவான முள்க்ள் நிறைந்த முன்கால்களால் பிடித்துத் தின்றுவிடும். இயற்கையில், தொழுவன் பூச்சி ஒரு பயனுடைய கொன்றுண்ணியாகும்.

துணைநூல். E.O.Essig, *College Entomology,* Satish Book Enterpirse, Agra, 1982.

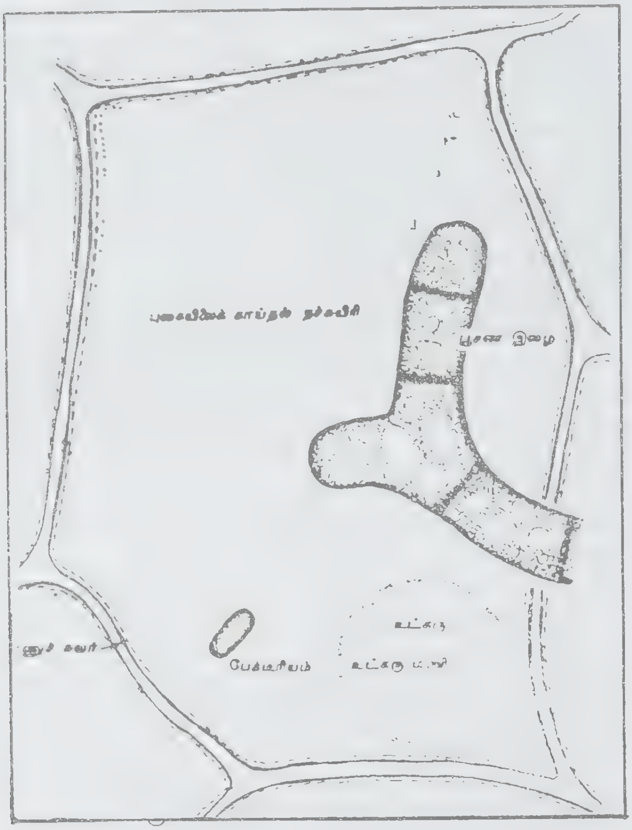
தொற்றல் மையம்

பயிர்களின் நோய்க் காரணிகளால் தொற்றல் மையம் (infectible centre) தோன்றுகிறது. நோய்க்காரணி செடியில் உட்புகுந்தபின் அச்செடியின் செல்களில் குறிப்பிட்ட இடத்தில்தான் பாதிப்பை ஏற்படுத்தும். கண்ணுக்குத் தெரியாத இவ்விடத்திற்கு நோய்த் தொற்றுமிடம் என்று பெயர். நச்சுயிரி நோய் இவ்வாறு தொற்றினால் இப்பகுதியில் நோய் ஏற்பட்ட பிறகு பழுப்பு நிறப் புள்ளியாகவோ, இளம் புள்ளியாகவோ காணப்படுகிறது; பின் நோய்த் தொற்றிய மையமாகிறது. பயிர்களில் நோய் ஏற்பட்ட பகுதியிலிருந்து மற்றப் பகுதிகளுக்கும் நச்சுயிரிகள் ஊடுருவல் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. அவை பின்பு அப்பகுதியில் பெருக்க மடைந்து குறிப்பிட்ட அறிகுறிகளை வெளிக்காட்டுகின்றன. ஆனால் தனி இடம் சார்ந்த புள்ளிகளை (local lesions) ஏற்படுத்தும் நச்சுயிரிகள் அப்புள்ளிகளிலிருந்து மற்றப் பயிர்ப் பகுதிகளுக்குப் பரவுகின்றன.

பாக்டீரியா. இது செடியில் உட்சென்றபின் பெருக்கமடைந்து தொற்றிய மையத்தில் கீழ்க்காணும் பின் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது.

நொதிகள். வாடல் (wilt), மென்மை அழுகல் (soft rot) போன்ற அறிகுறிகள் நொதிகளால் ஏற்படுகின்றன. செல்

சுவர்களில் பெக்டிக் பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன. மென்மை அழுகலை உண்டாக்கும் பாக்டீரியா செடியில் நுழைந்ததும் பல்வேறான நொதிப் பொருள்களைச் செல்களின்



மேல் உண்டாக்குகின்றன. இந்நொதிப் பொருள்கள் செல் சுவரில் அடங்கியுள்ளன. பொருள்களைக் கரைய வைப்பதால் செல்கள் அழிய, தாக்கப்பட்ட பகுதிகள் அழுகிவிடுகின்றன.

செல் பெருத்தலைத் தூண்டும் காரணி. செடியில் நுழைந்த பாக்டீரியாவின் விளைவால் செல் பெருக்கம் மிகுதியாவதாலும் செல் பெரிதாவதாலும் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகைத் திசுக்களில் ஆக்சின்,டாக்சின் ஆகிய செல்களின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் பொருள்கள் உண்டாக்கப்படுவதால் அப்பகுதியில் கொப்புளங்கள் தோன்றுகின்றன.

நச்சுப்பொருள். பாக்டீரியா பெருக்கமடைந்து உட்குழாய்த் தசைகளினுள் அடைத்துக் கொள்வதால் ஊட்டம் பரவுதல் தடுக்கப்பட்டுச் செடி வாடுகிறது. பாக்டீரியா செடியினுள் நச்சுப் பொருள்களைத் தோற்றுவிப்பதாலும் செடி வாடுகிறது. வாடல் நோய்க்குக் காரணமான பாக்டீரியா செடியில் நோய்த் தொற்றக்கூடிய மையத்தை அடைந்தபின் உருவாகும் சில கூட்டுச் சர்க்கரைப் பொருள்களுக்கு வாடலைத் தூண்டும் இயல்புகள் உள்ளன.

பூசணம். இது பல்வேறு பூசண வித்துகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஏற்ற சூழ்நிலை நிலவும்போது பூசணவித்துகள் (fungal spores)முளைத்துச் சிறு மெல்லிய இழையை முதலில் தோற்றுவிக்கும். இதற்குத் தொற்றும் இழை (infection hypha) என்று பெயர். அவ்விழை இலைத்துளை வழியாகவோ வேறு வழி மூலமாகவோ செடியினுள் செல்கிறது. பூசணத்தின் தொற்றும் இழை, துளைகள் வழியாகச் செல்லாமலேயே திசுவறைகளை ஊடுருவிச் செல்ல முடியும்.

தொற்றக்கூடிய மையத்தை அடைந்து வளர்ந்து பெருகிப் பல்வேறு பின் விளைவுகளைத் தோற்றுவித்து அதன் மூலம் அறிகுறிகள் வெளிப்படுகின்றன.

நச்சுயிரி, பாக்டீரியா, பூசணம் ஆகிய மூன்று நோய்க் காரணிகளில் பூசணம் மிகப் பெரிய உருவைப் பெற்றிருக்கிறது. பாக்டீரியா பூசணத்தைவிடச் சிறியதாகவும் நச்சுயிரியைவிடப் பெரிதாகவும் உள்ளது. செல்லைவிட இம்மூன்று நோய்க்காரணிகளும் மிகச் சிறியவையே ஆயினும் இவை பயிரிச் செல்களுக்கு ஏற்படுத்தும் இழப்பு மிகுதி.

- கா.சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். J.C. Walker, *Plant Pathology*, McGraw - Hill Book Company, New York, 1957.

தொற்றுந் தாவரம்

அடர்த்தியான வெப்பமண்டல மழைக்காடுகளில் வளரும் தாவரங்கள் சூரிய ஒளியைப் பெறுவதற்கு உயரமாக வளர்கின்றன. மரங்கள் உயரமாக வளர வளர, அவற்றின் இலைகள் சூரிய ஒளியை மிகுதியாகப் பெறவியலும். இவ்வாறு உயரமாக வளரப் பல ஆண்டுகளும் மிகு ஆற்றலும் தேவைப்படும். ஆனால், பெருங்கொடிகளும், தொற்றுந் தாவரங்களும் (epiphytes) சூரிய ஒளியை எளிதில் பெற்றுவிடுகின்றன. பெருங்கொடிகளான கலாமஸ் (*Calamus*), ரூபஸ் (*rubus*) மரங்களின் கிளைகளில் ஏறுவதற்கு முள்கள் உதவுகின்றன. சில ஏறுகொடிகள் பற்று வேர்களின் (climbing roots) உதவியாலும் மரங்களில் பற்றி ஏறுகின்றன. பெருங்கொடிகளில் ஏறத்தாழ 90% மிகுவெப்ப மண்டலத்தில் உள்ளன.

தொற்றுந் தாவரங்கள்

வேர்த் தொற்றுந் தாவரம், முள் தொற்றுந் தாவரம் : 1. வண்டா, 2. போகன்வில்லா, 3. அன்கேரியா, 4. ஆர்டாபாட்ரிஸ்
சிறுமுள் தோற்றுந்தாவரம், பற்றுக்கம்பித் தாவரம் : 5. பிரம்பு, 6. ரோஜா, 7. ஆணிமுள் மலர், 8. பட்டாணி, 9. காட்டுப்பட்டாணி,
இலைத் தொற்றுந்தாவரம் : 10. கிளிமேட்டிஸ், 11. அல்லி, 12. நெபன்தஸ்,

மரங்களின் கிளைகள் அல்லது தண்டுக்களைப் பயன்படுத்தி வளரக்கூடிய தொற்றுந்தாவரங்கள், வளரக்கூடிய மரங்களிலிருந்து எவ்வித ஊட்டத்தையும் பெறுவதில்லை. இவ்வாறு மரங்களின் மேல் வளர்வதால் அவை சூரிய ஒளியை எளிதில் பெறுகின்றன. குளிர், வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் வளரும் தொற்றுந்தாவரங்கள் பாசி, மாஸ், லைக்கன் என்பவை. வெப்பம் மிகுந்த பகுதியில் உள்ள விதைத் தாவரங்கள் தொற்றுந்தாவரங்களாக வளர வாய்ப்பு மிகுதி. ஆர்கிடு, ஏரேசி தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடிகள், தொற்றுந்தாவரங்களாகப் புவியுடன் தொடர்பின்றி வளர்வதால், மழை நீரையே அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

ஆர்கிடு, அராய்டு ஆகிய தாவரங்களின் தொங்கும் வேர்களில் புறத்தோல் (epidermis) பல அடுக்குகள் கொண்டிருக்கும். இது மாற்றுருப்பெற்று வியாமின் என்னும் பொருளை வேரின் வெளிப்புறத்தைச் சுற்றி அமைத்துக் கொள்கிறது. இதன் உதவியால் மை உறிஞ்சும் தாள் போல் வேர் மழையிலிருந்து நீரை உறிஞ்சுகிறது. மழைக்காலத்தின் இடைவெளி மிகுந்திருப்பின், நீர் ஆவியாகாமல் தொற்றுந்தாவரங்கள் தம்மைக் காத்துக் கொள்கின்றன. பரணி போன்றவை சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களைப் (succulents) போல் நீரைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்கின்றன. சில ஆர்கிடுகளில் சதைப்பற்றுள்ள இலைகளிலும், சில ஆர்கிடுகளில் இலைக்கிழங்குகளிலும் நீர் சேகரிக்கப்படும்.

பரணிகளில் நுண்வித்துகள் மூலமாகவும், ஆர்கிடுகளில் புழுதி போன்ற மிகச் சிறிய விதைகள் மூலமாகவும், கள்ளி வகைகளில் முழுச்சதைக் கனிகள் மூலமாகவும் தொற்றுந் தாவரங்கள் பரவுகின்றன. அரைத் தொற்றுந்தாவரங்கள், பெருங்கொடி மற்றும் தொற்றுந்தாவரங்களுக்கு இடையில் வாழ்கின்றன. அராய்டு குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் மண்ணில் முளைத்து, பெருங்கொடி அல்லது வேர்க்கொடி போல் மரங்களின் மேல் ஏறுகின்றன. நாளடைவில் அவற்றின் தண்டின் கீழ்ப் பகுதி மடிந்து அவை தொற்றுந்தாவரங்கள் போல் வாழ்கின்றன. ஆல், அரசமரங்கள் தொடக்கத்தில் தொற்றுந்தாவரங்களாக மற்ற மரங்களின் மீது விழுந்த விதைகளிலிருந்து முளைத்து, வளர்ந்து, பின்னர் தனித்து வாழும் அரைத் தொற்றுந்தாவரங்களாக மாறியவை. இத்தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சில அரைத் தொற்றுந்தாவரங்கள் வியத்தகு முறையில் நீரைச் சேமிக்கின்றன. இவற்றின் வேர்கள் மேல்நோக்கி வளர்ந்து, வேர்க்கிளைகளால் வலைபோல் சிக்கிக்கொள்கின்றன. இவ்விலைகளைத் தொற்றுந்தாவரத்தின் வேர்கள் மட்காக மாற்றி ஈரத்தைச் சேகரிக்கப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

தொற்றுந்தாவரங்களாகிய சில பரணி வகைகளைத் தொட்டிகளில் வளர்க்கலாம். இவ்வாறு வளரக்கூடிய தொற்றுந்தாவரங்களும் சில சமயங்களில் அரைத் தொற்றுந்தாவரங்கள் எனப்படும்.

- எஸ். கிருஷ்ணசாமி

துணைநூல். Brij Gopal and N.Bhardwaj, *Elements of Ecology*, Vikas Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi, 1979.

தொற்றுநோய் (கால்நடை)

கால்நடைகளைத் தாக்கும் சில நோய்கள், பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளிடமிருந்து காற்று, நீர், நேரிடைத் தொடர்பு போன்றவற்றால் பிற கால்நடைகளுக்குத் தொற்றிக் கொள்வதையே நோய்த்தொற்று எனலாம்.

தொற்று நோய்கள் பாக்டீரியா, வைரஸ், பூசணக்காளான் (fungus), குருதி ஒட்டுண்ணி (protozoa) போன்றவற்றால் ஏற்படுகின்றன. இந்நுண்ணுயிரிகள் எளிதில் பரவக்கூடியவையாதலால் மிகக் குறைவான நேரத்தில் எண்ணற்ற கால்நடைகளைத் தாக்கி இறப்பையும் திறனிழப்பையும் ஏற்படுத்திவிடுகின்றன. இதனால் பண்ணைப் பொருளாதாரம் பெருமளவில் பாதிக்கக்கூடும்.

தொற்று நோய்க் கிளர்ச்சி. ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் ஏதோவொரு தொற்றுநோய் கிளர்ந்து அப்பகுதியில் உள்ள கால்நடைகளைத் தாக்குமாயின் அதைத் தொற்றுநோய்க் கிளர்ச்சி (out break) எனலாம். இத்தகைய நோய்க் கிளர்ச்சி அறியப்பட்டவுடன், அப்பகுதியில் கால்நடை மருத்துவர்களால் உடனே முழுமையான ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. இத்தகைய ஆய்வின்போது, பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளின் எண்ணிக்கை, வயது, இனம், இறப்பின் எண்ணிக்கை, தடுப்பூசி விபரம், முந்தைய காலங்களில் இந்நோயின் வெளிப்பாடு, பராமரிப்பு முறையில் நிகழ்ந்துள்ள மாற்றம், புதிய கால்நடைகளின் வரவு போன்ற தகவல்கள் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

நோய் எவ்வகையில் பரவுகிறது, எத்தகைய கால்நடைகளைப் பாதிக்கிறது, அடைக்காலத்தின் அளவு போன்ற விபரங்களும் அறியப்படுகின்றன. பின்னர் இறந்த கால்நடைகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகளும் (necropy) பாதிக்கப்பட்டுள்ள கால்நடைகளில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்ட மாதிரிகளும் (biopsy) ஆய்வுக் கூடங்களுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இம்முறையில் காலதாமதம் ஏற்படும் என்றாலும், குறிப்பிட்ட நோய் நுண்ணுயிரியை முழுமையாக விளக்கிடவும், தனிமைப்படுத்திடவும் இது உதவும். இவ்வாறு மாதிரிகள் சேமிக்கும்போது பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளின் உடனிருக்கும் பாதிக்கப்படாத கால்நடைகளிலும் மாதிரிகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளில் தென்படும் நோய் அறிகுறிகள், இறந்த கால்நடைகளின் பிண ஆய்வுக் குறிப்புகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு நோயுறுதி செய்யப்படுகிறது. பின்னர் நோய்க் கிளர்ச்சி பற்றிச்

சுற்றுப்புறங்களுக்கு எச்சரிக்கை செய்யப்படுகிறது. அதன் பின் நோய் மேலும் பரவாமல் தடுப்பதற்கான தடுப்பூசிப் பணியும், தாக்குண்ட கால்நடைகளுக்கான மருத்துவமும் அவசரக்கால அடிப்படையில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

தொற்றுநோய் வகைகள். பலவகையான தொற்று நோய்கள் கால்நடைகளைத் தொற்றுகின்றன. அவற்றை நோயிற்கான காரணிகளின் வகையைக் கொண்டு ஏழு விதமாக பிரிக்கலாம்.

பாக்டீரிய நோய்த் தொற்று. பல வகையான நுண்ணுயிரிகளால் கால்நடைகளுக்குப் பல்வேறு நோய்த் தொற்றுகள் ஏற்படுகின்றன. அவற்றுள் காச நோய், அடைப்பான் நோய் (anthrax), தாடைப்பூட்டு (lock jaw), தசைவாத நோய் (botulism), தொற்றுக் கருச்சிதைவு (brucellosis) போன்றவை மிகுதியாகக் கால்நடைகளைத் தாக்குகின்றன. குறிப்பாக, மாடு, எருமை, குதிரை, செம்மறி ஆடு, வெள்ளாடு, பன்றி போன்ற கால்நடைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

சப்பை நோய் (black quarter), தொண்டை அடைப்பான் நோய் (haemorrhagic septicæmia), மரநாக்கு நோய் (wooden tongue), கீழ்த்தாடை எலும்பு நோய் (lumpy jaw) போன்ற தொற்று நோய்கள் மாட்டினங்களை மட்டும் தொற்றுகின்றன.

கிளாண்டர்ஸ் எனப்படும் ஒருவித நுரையீரல் நோய், ஸ்ட்ராங்கில்ஸ் எனப்படும் மேற் சுவாச மண்டல நோய் ஆகியவை குதிரைகளை மட்டும் தொற்றுகின்றன.

பிராக்சி (braxy) எனப்படும் உணவு மண்டல நோய், கறுப்பு நோய் எனப்படும் ஈரல் திசு அழிவு நோய், துள்ளுமறி நோய் (enterotoxaemia) போன்றவை ஆடுகளைத் தொற்றுகின்றன.

பன்றி எரிசிப்பிளாஸ் (swine erysepelas) எனப்படும் வைரத்தோல் நோய், கிளாசர்ஸ் (glassers) எனப்படும் மூட்டு வலி நோய் ஆகியவை பன்றிகளைத் தொற்றுகின்றன.

கோழிகளைப் பொறுத்த வரையில் கோழிக் காலரா, புல்லோரம் (pulloram) எனப்படும் கழிச்சல் நோய், கோழி டை∴பாய்டு காய்ச்சல் நோய், கொரைசா (coryza) எனப்படும் சுவாச மண்டல நோய் ஆகிய நோய்த் தொற்றுகள் ஏற்படுவதுண்டு.

வைரஸ் நோய்த் தொற்று. இந்நுண்ணுயிரிகள் நுண்ணோக்கியாலும் காண முடியாத அளவில் மிகச் சிறியவையாக இருக்கும். இவற்றை DNA நுண்ணுயிரி, RNA நுண்ணுயிரி என இருவகையாகப் பிரித்துள்ளனர். இவை கால்நடைகளின் உடலினுள் புகுந்து பல்கிப் பெருகி, திசுவறைகளின் அழிவையும், திசுவறை வளர்ச்சிக்கான தூண்டுதலையும் உருவாக்குகின்றன. இவ்வகைத் தொற்று நோய்களில் அம்மை நோய், வெக்கை நோய் (rinderpest), வெறி நோய் போன்றவை அனைத்துக் கால்நடைகளையும் தாக்குகின்றன.

மூன்று நாள் காய்ச்சல் (ephemeral fever), தோல்கட்டி நோய் (lumpy skin disease) போன்றவை மாட்டினங்களைத் தொற்றுகின்றன. குதிரை மலேரியா (equine matarial fever) எனப்படும் குருதிச் சிவப்பணு நோய், குருட்டுத் தள்ளாட்ட நோய் (blind staggers) போன்றவை குதிரைகளைத் தொற்றுகின்றன.

வாய்ப்புண் (sore mouth) நோய் ஆட்டினங்களையும், பன்றிக் காலரா (hog cholera), பன்றிக் கழிச்சல் நோய் (transmissible gastroenteritis of pigs) போன்றவை பன்றிகளையும், டிஸ்டெம்பர் (cannine distemper), ஈரல் தொற்று நோய் (infectious canine hepatitis) போன்றவை நாய்களையும் தொற்றுகின்றன.

குருதிக் கழிச்சல் நோய் (ranikhet disease), பிளேக், பர்சல் தொற்று நோய் (infectious bursal disease) போன்றவை கோழிகளைத் தொற்றுகின்றன.

குருதி ஒட்டுண்ணிகளால் ஏற்படும் நோய்த் தொற்று. இவ்வகையில் காக்சிடையோசிஸ் (Coccidiosis) எனப்படும் குருதிக் கழிச்சல் நோய், சிவப்பு நீர்க் காய்ச்சல் (babesiosis) என்னும் சிறுநீரில் குருதிபோக்கை உண்டாக்கும் நோய் போன்றவை அனைத்துக் கால்நடைகளையம் தாக்குகின்றன. கிழக்குக் கடற்கரைக் காய்ச்சல் எனப்படும் தெய்லேரியாசிஸ் (theilariasis) நோய் மாட்டினங்களையும், சர்ரா (surra) என்னும் நோய் மாடு, குதிரை, ஒட்டகங்களையும் தொற்றுகின்றன. கோழி மலேரியா என்னும் நோய்

கோழிகளையும், கருஞ்சிரம் (black head) எனப்படும் நோய் வான்கோழிகளையும் தாக்குகின்றன.

பூசணக்காளான் நோய்த்தொற்று. இவ்வகையில் படை எனும் தோல் நோய் அனைத்துக் கால்நடைகளையும் மனிதனையும் தாக்குகிறது. ∴பேவஸ் (favus) எனப்படும் தேன்கூட்டுப்படை நாய், பூனை, கோழிகளைத் தாக்குகிறது. இவை தவிர அக ஒட்டுண்ணிகள், ரிக்கெட்சியா (ricketsia) கடிக்கும் வகைப் பூச்சிகள் மற்றும் அவற்றின் இளம்புழுக்கள் போன்றவற்றாலும் பல்வேறு நோய்த் தொற்றுகள் கால்நடைகளுக்கு ஏற்படுகின்றன.

நோய் தவிர் முறைகள். இளம் கன்றுகளுக்குப் போதுமான சீயம்பால் கொடுக்கப்பட வேண்டும். இதனால் கன்றுகளுக்கு நோய் எதிர்ப்பாற்றல் கிடைக்கிறது. ஆறு மாதத்திற்கு மேற்பட்ட கால்நடைகளுக்கு முறையாகத் தொற்று நோய்களுக்கான தடுப்பூசி போட வேண்டும். கால்நடைகளுக்கு அக ஒட்டுண்ணிகளை நீக்குவதற்கு அவ்வப்போது குடற்புழு நீக்க மருந்து கொடுக்க வேண்டும். கால்நடைகளைத் துன்புறுத்தும் புற ஒட்டுண்ணிகளை ஒழிக்க வேண்டும். கால்நடைகளைக் காற்றோட்டம் மிகுந்த சூழ்நிலையில் வளர்க்க வேண்டும். கால்நடைகளுக்குப் போதுமான தரையளவு (floor space) கொடுத்துக் கொட்டில்கள் அமைத்து, நெரிசல் இன்றிப் பேண வேண்டும். சுற்றுப்புறங்களைத் தூய்மையாகவும், நீர்த் தேங்காமலும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். கால்நடைகளின் கழிவுப் பொருள்களை அவ்வப்போது அகற்றித் தூய்மை செய்ய வேண்டும். நீர்த் தொட்டி, தீவனத் தொட்டி போன்றவற்றை நுண்ணுயிர்க் கொல்லியால் தூய்மை செய்ய வேண்டும்.

கடுமையான குளிர் அல்லது வெயில் போன்ற சூழ்நிலைகள் கால்நடைகளைத் தாக்காதவாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். கால்நடைகளுக்கு மிக அயர்ச்சியை உண்டாக்கும் நீண்ட தொலைவுப் பயணம், கடுமையான உடலுழைப்புப் போன்றவற்றைத் தவிர்க்க வேண்டும். கால்நடைகளுக்குப் போதுமான தீவனமும், நீரும் வழங்க வேண்டும். தேங்கிய நீரைக் கால்நடைகள் அருந்திடாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அதேபோல் கெட்டுப்போன அடர் தீவனத்தையும் கால்நடைகளுக்குக் கொடுக்கக் கூடாது. புதிதாக வாங்கிய கால்நடைகளைக் குறைந்தது 30 நாள்களுக்குத் தனிமையில் வைத்திருந்து நலமானவை என்று உறுதி செய்த பின்னரே, பிற கால்நடைகளுடன் சேர அனுமதிக்க வேண்டும். நோயுற்ற கால்நடைகளை உடன் தனிமைப்படுத்திப் பிற கால்நடைகளுடன் சேரா வண்ணம் நோய் நலமாகும் வரை மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

நோய்த் தொற்றை அறிதல். தொற்று நோய்கள் ஒரு கால்நடையிடமிருந்து ஏனைய கால்நடைகளுக்கு நேரடித் தொடர்பாலும், நோயுற்ற கால்நடையின் கழிவுப் பொருள்கள், தீவனம், நீர் போன்றவற்றாலும் பரவும். இத்தகைய நுண்ணுயிரிகள் ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குக் காற்றினால் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. மேலும் பறவை, நாய், மூட்டைப்பூச்சி, பேன் போன்ற புற ஒட்டுண்ணிகள், பார்வையாளர், வண்டி ஊர்திச் சக்கர உருளை போன்றவற்றாலும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

நோய்த் தொற்றை அறிவதற்குக் கால்நடைகளை நன்றாகக் கண்காணித்து வர வேண்டும். இதனால் நோய்த் தொற்றைத் தொடக்கத்திலேயே அறிந்திட முடியும். கீழ்க்காணும் குறிப்புகளைக் கொண்டு கால்நடைகளின் நோய்த் தாக்கத்தை உணர்ந்து கொள்ளலாம்.

1. கால்நடைகளின் உடற்கூறமைவு, இயக்கம், மூச்சு போன்றவை சாதாரணமாக இருக்க வேண்டும். கால்நடை, தலையைக் கீழே தொங்க வைத்துக் கொண்டு நின்றிருப்பதோ ஏனைய கால் நடைகளிடமிருந்து விலகித் தனிமைப்பட்டிருப்பதோ நோயிற்கான அறிகுறியாகும்.

2. நலமான கால்நடைகள் ஆர்வத்துடன் தீவனத்தை உட்கொண்டு ஓய்வாக அசைபோடும். இதில் தோன்றும் மாறுபாடுகளே நோயின் முதல் அறிகுறியாகும்.

3. இறுதி விலா எலும்பிற்கு மேலுள்ள தோல் பகுதி மென்மையாக இருக்க வேண்டும். மேலும் இறுக்கமான தோலோ, மயிர்க்கால் சிலிர்த்திருப்பதோ, முடி உதிர்தலோ நோயிற்கான அறிகுறியாகும்.

4. மூக்குத் துளைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி எப்போதும் ஈரமாக இருக்க வேண்டும். கண்கள் ஒளிமிகுந்து காணப்பட வேண்டும். குழி விழுந்த கண்களோ நிலைத்த பார்வையோ கூடாது.

5. சாணம் ஒருவிதக் குழைமப் பக்குவத்தில் பச்சை நிறமாக இருக்க வேண்டும். சாணம் கீழே விழும்போது அகன்று நிலத்தில் பரவக்கூடாது. காற்றுக் குமிழ்களும் இருக்கக் கூடாது.

6. சிறுநீர் நிறமாற்றமின்றியும், அளவுக்கு மீறிய நாற்றமின்றியும் இருக்க வேண்டும்.

நீக்கம். நோய்த்தொற்றை அறிந்தவுடன், பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையைப் பிற கால்நடைகளிடமிருந்து பிரித்துத் தொலைவில் தனியே அடைத்து மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். பிற கால்நடைகளுக்கு உடனடியாகத் தடுப்பூசிப் பணி மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும். பண்ணைக்கு உள்ள வழிகளை அடைத்துக் கால்நடை மற்றும் மனிதர்களின் நடமாட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். ஒரே ஒரு நுழைவாயிலை மட்டும் திறந்து, அந்த நுழைவிடத்தில் பாதக் குளியல் (foot bath) அமைக்க வேண்டும். உள்ளே வரும் மனிதர்கள் இம்மருந்து நீரில் பாதங்களைக் கழுவிய பின்னரே உள்ளே வர வேண்டும். ஊர்திகளும் இதன் வழியேதான் செல்ல வேண்டும். சுற்றுப்புறங்களை நுண்ணுயிர்க்கொல்லி, சுண்ணாம்புத் தூளைக் கொண்டு தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையைக் கவனிக்கத் தனியே பணியாளரை நியமிக்க வேண்டும். கழிவுப் பொருள்களைப் பாதுகாப்பாக அகற்ற வேண்டும்.

நோயுற்ற கால்நடை அகற்றல். தொற்றுநோயால் கால்நடை இறந்துவிடுமாயின் அதை பண்ணையில் இருந்தும், நீர்நிலையில் இருந்தும் தொலைவான இடத்தில் 6' அடி ஆழக்குழியில் மிகுதியான சுண்ணாம்புத்தூளுடன் புதைத்துவிட வேண்டும். அதன் படுக்கை, கழிவுப் பொருள், எஞ்சிய தீவனம் ஆகியவற்றையும் அதனுடன் புதைத்துவிட வேண்டும்.

கால்நடை இறந்து கிடந்த இடத்தை 2% சலவைசோடா நீரில் நன்கு கழுவ வேண்டும். பின்னர் நுண்ணுயிர்க் கொல்லியைத் தெளித்து 24 மணி நேரத்திற்கு விட்டு, பிறகு நீரில் கழுவிவிட வேண்டும். மண் தரையாக இருக்குமாயின் 2 அங்குல உயரத்திற்கு மண்ணை அகற்றி அதைக் கால்நடையுடன் சேர்த்துப் புதைத்து விட வேண்டும்.

- ஆர். கோவிந்தராஜ்
- இராம்பிரசாத்

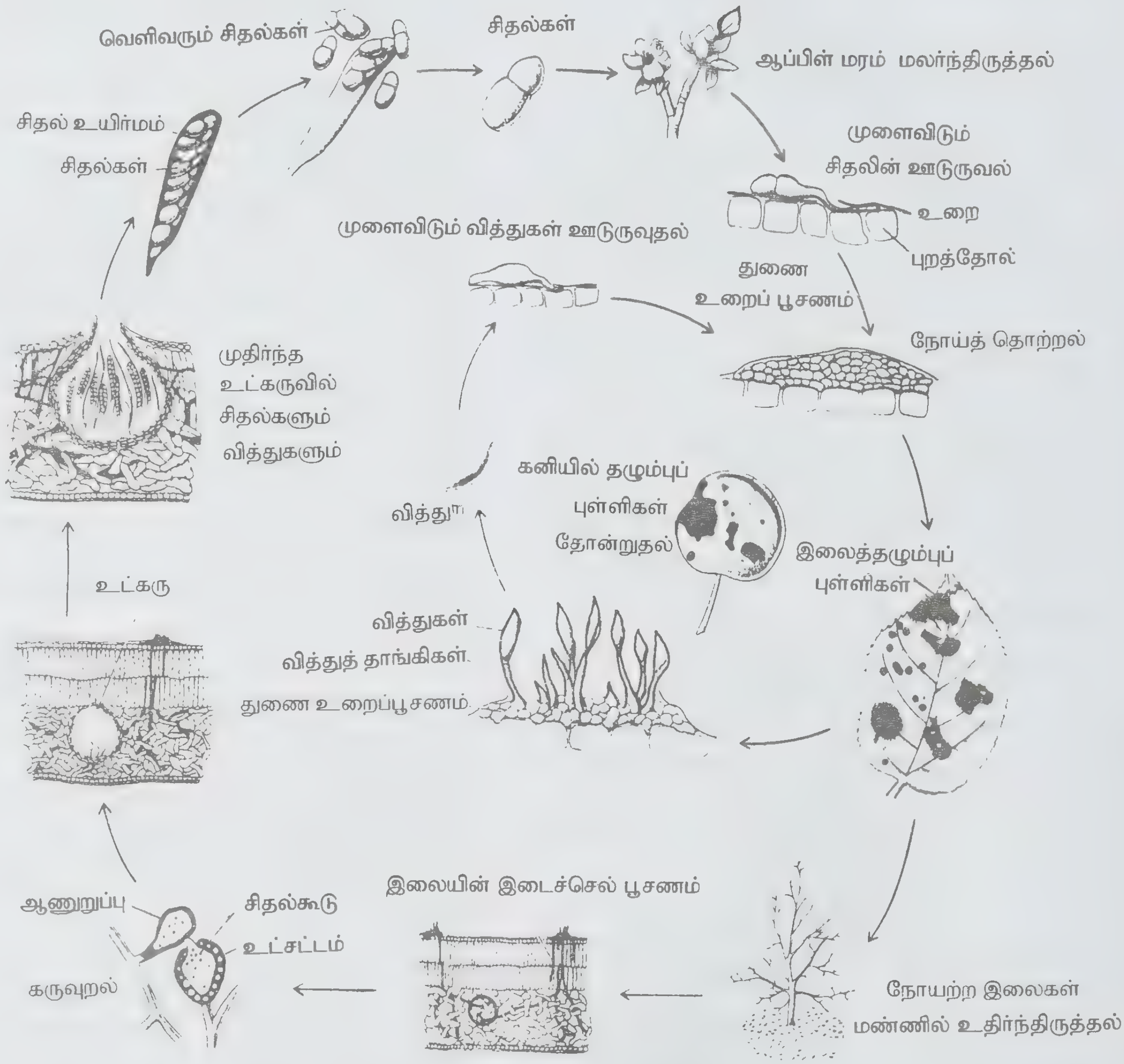
துணைநூல். N.S.R. Sastry and R.N.Pal, *Dairy Farming*, Second Edition, H.A.U. Press, Hissar, 1982; Gant A. Sastry, *Veterinary Pathology*, Sixth Edition, CBS Publishers and Distributors, New Delhi, 1983.

தொற்றுநோய் (தாவரம்)

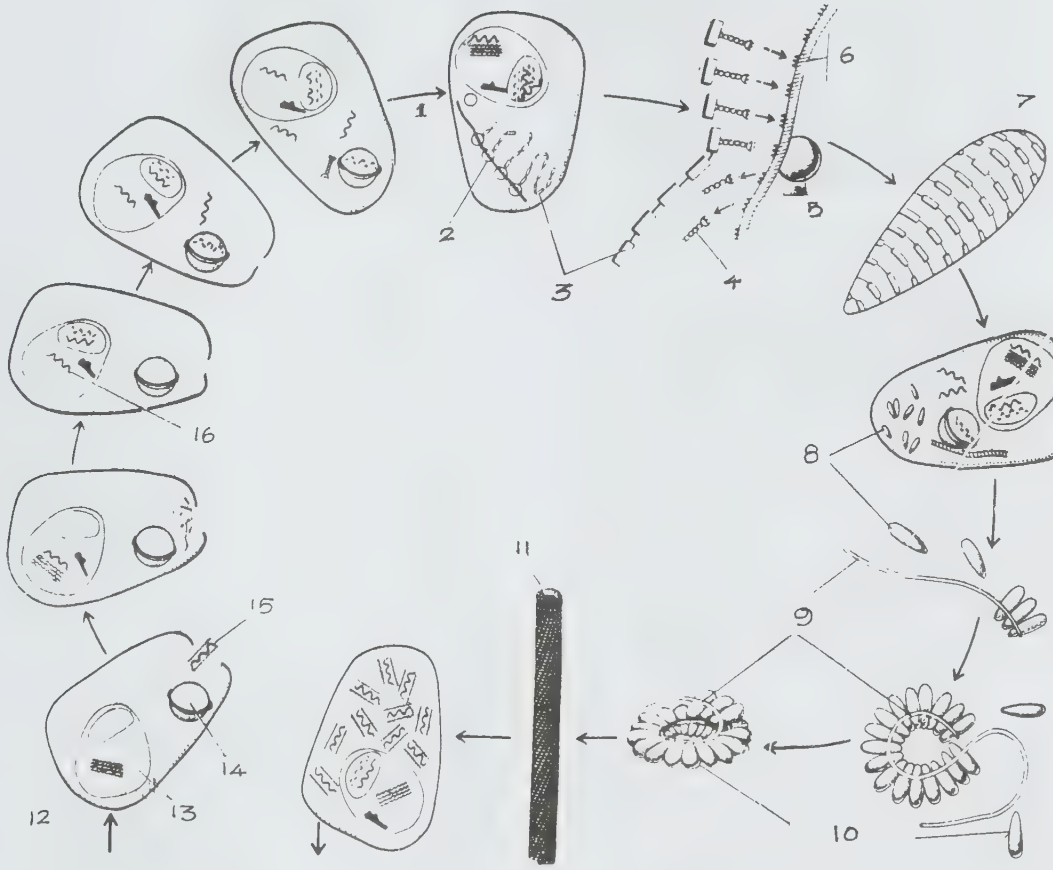
நுண்ணுயிரிகளால் பயிர்களில் தொற்றுநோய் (infectious disease) தோன்றுகிறது. நுண்ணுயிரி இனங்களில் ஏறத்தாழ 7,000 பூசண இனங்களும், 500 நச்சுயிரிகளும், 200 பாக்டீரிய இனங்களும் நோய்களுக்குக் காரணமானவை.

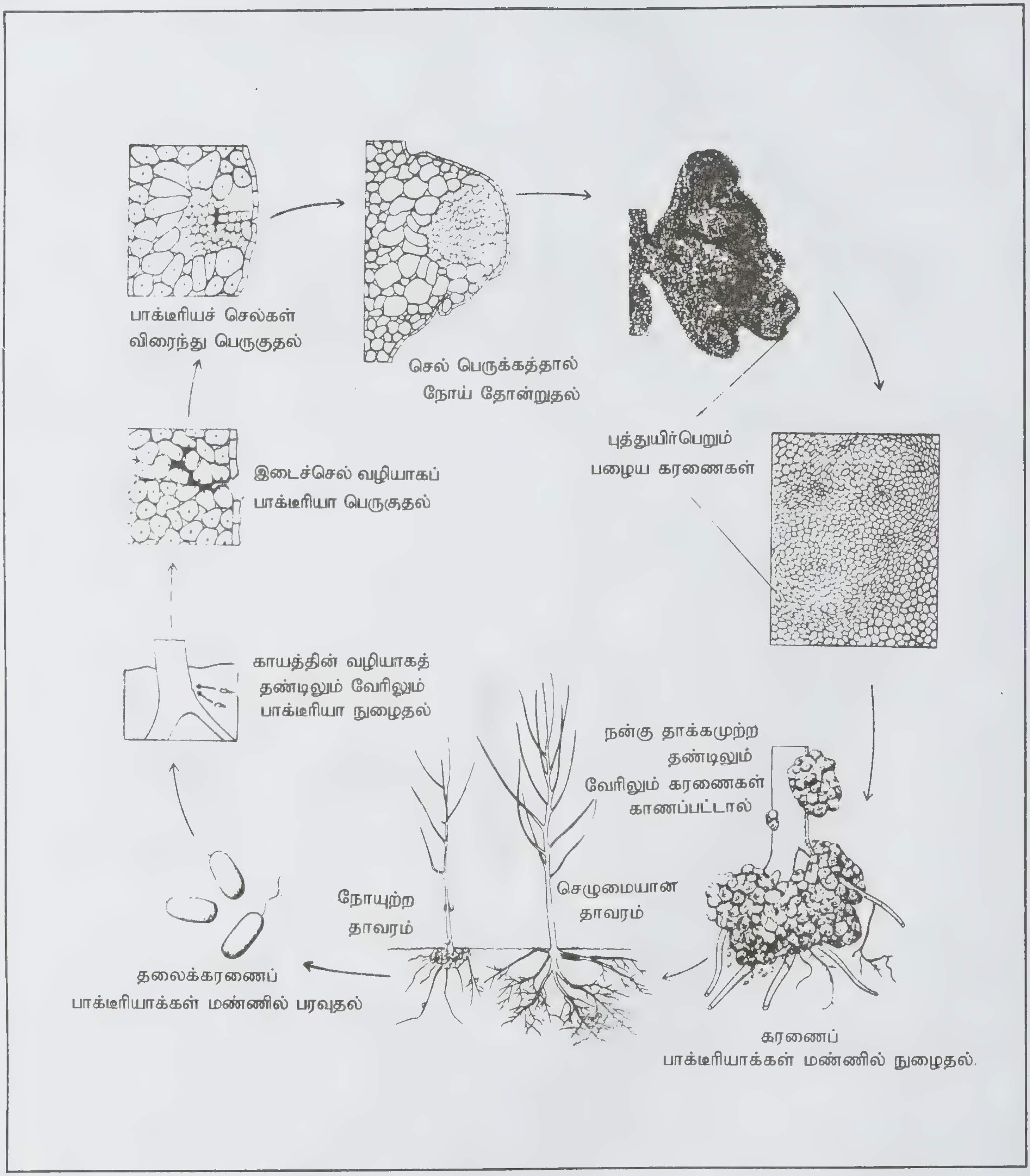
நுண்ணுயிரிகளினால் பயிர்களுக்குத் தொற்று நோய் உண்டாவது 1882 ஆம் ஆண்டு, ஜெர்மனியில் டீபாரி என்னும் அறிவியலாரால் கண்டறியப்பட்டது. எனினும் நோய்களால் தாவரங்களில் ஏற்படும் இழப்பினைப் பற்றி முன்னோர்கள் 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே அறிந்துள்ளனர். கோதுமையில் தோன்றும் துரு நோய் (rust disease) ரோமாபுரி நாட்டில் பேரிழப்பினை ஏற்படுத்தியது என்பதை வரலாறு வெளிப்படுத்துகிறது. உருளைக் கிழங்கின் இலைக்கருகல் நோய் (late blight disease) 200 ஆண்டுகளுக்கு முன் அயர்லாந்தில் தீவிரமாகப் பரவி உருளைக்கிழங்குப் பயிரிடுவதையே விட்டுவிடுகிற நிலையை உருவாக்கி விட்டது. இந்தியாவில் 1942 ஆம் ஆண்டு வங்காளத்தில் நெற்பயிரைப் பாதித்த செம்புள்ளி நோய் (brown spot disease) உணவு உற்பத்தியை மிகவும் பாதித்தமையால் பஞ்சம் ஏற்பட்டது. பல்வேறு நாடுகளிலும் மக்களின் வறுமைக்குக் காரணமாக நுண்ணுயிரிகளினால் ஏற்படும் பயிர் நோய்கள் இருந்துள்ளன.

பூசண நோய். பயிர்களைத் தாக்கும் நோய்களில் பெரும்பாலானவை பூசணங்களால் உண்டாகின்றன. அவற்றுள் சில பூசணங்கள் பயிர் விதைகள் முளைத்து மண்ணிலிருந்து வெளிவருவதற்கு முன்பே அவற்றை அழித்துவிடுகின்றன. சில பூசணங்கள் இளம் நாற்றுகளைத் தாக்கி அழுகச் செய்கின்றன. வேர்களைப் பூசணங்கள் தாக்குவதால் வேரழுகல் (root rot), வாடல் (wilt) போன்ற நோய்கள் உண்டாகின்றன. மண்ணில் அழியாமல் தங்கியிருந்து வாழும் பூசணங்களால் இந்நோய்கள் ஏற்பட்டுப் பல வகைகளில் பரவுகின்றன. இவற்றில் ஒருசில நுண்ணுயிரிகள் நிலத்தில் பல்லாண்டுக் காலம் நிலைத்து வாழ்ந்திருப்பதால் இத்தகைய நோய்களைத் தடுப்பது மிகவும் கடினம். செடிகளில் இலைகளையும் தண்டுகளையும் பல பூசணங்கள் தாக்குகின்றன. அதனால் புள்ளி, கருகல், குருத்தழுகல், துரு, சாம்பல் நோய், கரிப்பூட்டை, பசுங்கதிர் நோய் போன்றவை தோன்றுகின்றன. பூசண வித்துகள் விரைந்து பரவி நோய்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. கோதுமையில் காணும் துருநோய், காஃபிச் செடியில் காணும் துருநோய், நெற்பயிரில் காணும் குலைநோய் (blast disease) போன்றவை ஆண்டுதோறும் தோன்றுகின்றன.



வென்ஷ்ரியா இனாக்வாலிஸ் (*Venturia inaequalis*) என்னும் பூசணத்தால் ஆப்பிளில் காணப்படும் தழும்பு நோயின் வளர் சுழற்சி நிலை


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16


பாக்டீரியச் செல்கள்
விரைந்து பெருகுதல்
செல் பெருக்கத்தால்
நோய் தோன்றுதல்
புத்துயிர்பெறும்
பழைய கரணைகள்
இடைச்செல் வழியாகப்
பாக்டீரியா பெருகுதல்
காயத்தின் வழியாகத்
தண்டிலும் வேரிலும்
பாக்டீரியா நுழைதல்
நன்கு தாக்கமுற்ற
தண்டிலும்
வேரிலும் கரணைகள்
காணப்பட்டால்
நோயுற்ற
தாவரம்
செழுமையான
தாவரம்
தலைக்கரணைப்
பாக்டீரியாக்கள் மண்ணில் பரவுதல்
கரணைப்
பாக்டீரியாக்கள் மண்ணில் நுழைதல்.

பாக்டீரிய நோய். பாக்டீரியா விதை, நாற்று, இலை, தண்டு, கனி ஆகியவற்றைத் தாக்கி நோய்களை உண்டாக்கும். உருப்பெருக்கி மூலமே காணக்கூடிய பாக்டீரியா கோளம், உருளை, சுருள் போன்ற வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கும். பாக்டீரியா நகராததாகவும், நகர்வதாகவும் இருக்கலாம். நகரும் தன்மை வாய்ந்த பாக்டீரியா மெல்லிய நகரிழைகளைக் (flagella) கொண்டது. பாக்டீரிய நோய்களால் தனித்த புள்ளிகள் (local lesions), பிளவை (caker), மென்மையழுகல் (soft rot), வாடல், கழலையும் கொப்புளமும் (tumour and gall) போன்ற அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன.

நச்சுயிரி நோய். எளிதில் தொற்றும் தன்மையுடைய நச்சுயிரி உயிருள்ள திசுவறைப் புரோட்டோபிளாசத்தில் தங்கியிருக்கும். இதனைச் செயற்கை ஊடகத்தில் (artificial medium) வளர்க்க இயலாது. நச்சுயிரி பொதுவாக நேராக அல்லது சிறிது வளைந்து உருளை (rod) அல்லது வட்டமான துகள் (spherical particle) அமைப்பைக் கொண்டது. புகையிலைத் தேமல் நச்சுயிரி (tobacco mosaic alrus) உருளை வடிவத்தைக் கொண்டது. நச்சயிரியில் புரதம், உட்கரு அமிலம் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன.

குடல் வழியாக நோயூக்கியின் ஊடுருவல், தாவரத்தை உண்ட பூச்சி நோயைப் பரப்பத் தொடங்காத நிலை, உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள், நோயூக்கிகள் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பியில் மிகுந்திருக்கும்போது புதிய தாவரங்களுக்கு நோயூக்கிகள் ஊடுருவுதல், நோயுற்ற பூச்சி, நோயுற்ற இலையை உறிஞ்சுதல், நரம்புகள் வழியாக இலையில் நோயூக்கிகள் பரவுதல், நோயூக்கிகள் படிப்படியாக இலை நரம்புகளின் வழியே தாவரத்தில் ஊடுருவுதல், நோயுற்ற பூச்சி முட்டைகளையும் முதிரிகளையும் மண்ணில் பரவவிடுதல், மைக்கோப்பிளாஸ்மா நோயூக்கிகள் மரங்களிலும், புதர்த் தாவரங்களிலும், கொடிகளிலும், நோய்தரும் உயிரிகளிலும் காணப்படல், நோயுற்ற பூச்சி நோயுற்ற தாவரத்திலிருந்து நோயைப் பெறுதல், பூச்சி நோயுற்ற தாவரத்தின் நரம்பில் உணவுண்ணல்.

ஆர்.என்.ஏ.(RNA) வைரஸ், பாலி ரிபோசோம், பாலிபெப்டைடுகள் மாற்று ஆர்.என்.ஏ. (RNA) வைரஸ், புரதத் துணைப்பகுதிகள், புரதத்துணைப்பகுதிகள், ஆர்.என்.ஏ. (RNA) வைரஸ் துகள், ரிபோசோம், நியூக்ளியஸ், செல்சுவர், ஆர்.என்.ஏ.(RNA), வைரஸ்.

நச்சுயிரிகளால் இலைச்சுருள் (leaf curl), மஞ்சள் தேமல் (yellow mosaic), நரம்பு வெளுத்தல் (vein clearing), வளைப்புள்ளி (ring spot), மலட்டுத்தன்மை (sterility), முடிக்கொத்துப் (bunchy top) போன்ற நோய்கள் பயிர்களில் தோன்றுகின்றன.

மைக்கோப்பிளாஸ்மா நோய். பயிர்களில் மைக்கோப் பிளாஸ்மா போன்ற உயிரிகளினால் நோய்கள் தோன்றுகின்றன என்னும் உண்மை 1967 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மைக்கோப்பிளாஸ்மா ஒன்றின் குறுக்களவு 800 மில்லி மைக்கிரான் ஆகும். ஆயினும் முதிராத சிறிய மைக்கோப்பிளாஸ்மாவின் குறுக்களவு 800 மில்லி மைக்கிரான் அளவிலேயே இருக்கும். எள்ளின் பச்சைப்பூவிதழ்நோய் (phyllody disease), கத்தரியின் சிற்றிலை நோய் (little leaf disease) ஆகியவை மைக்கோப்பிளாஸ்மாவால் ஏற்படுபவை.

- கா.சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். R.S.Singh, *Plant Disease*, Oxford and IBH Publishing Company, Calcutta, 1968.

தொற்றுநோய்ப் பரவல்

தொற்றும் நோய், மனிதனின் எந்த உறுப்பையும், மண்டலத்தையும் தாக்கலாம். ஒருவரிடமிருந்து மற்றவருக்குப் பரவுவதையே தொற்று நோய் என்பர். இயல்பான முறைகளைப் பின்பற்றுவதன் மூலமும், தடுப்பு மருந்துகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும் பெரும்பாலான தொற்று நோய்களைத் தடுக்க முடியும். நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை, அதன் வீரியத் தன்மை, மனிதனின் எதிர்ப்பாற்றல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நோய்ப் பரவல் உள்ளது. மனிதனின் நோய் எதிர்ப்பாற்றல், வயது, நோய், மருத்துவம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. நாகரிகம் முன்னேற்றமடைந்துள்ளமையால், மனிதரிடத்தில் நோயும் எளிதில் பரவுகிறது.

நோய் பரவும் வகை

நேரடியான தொடர்பு. உடல் பரப்புகள் ஒன்று சேரும்போது பால்வினை நோய்களும், தோல் நோய்களும் பரவுகின்றன.

காற்று மூலம் பரவல். எச்சில் துகள் மூலமும், தூசி மூலமும் நோய் பரவக்கூடும். தொற்றும் உயிரித் துகள்கள் வாய் மேல் தொண்டையில் நிலைபெற்றுள்ளன. பேசும்போதும், மூச்சு விடும்போதும், தும்மும்போதும் இவ்வுயிரிகள் வெளிப்பட்டு, நோய்த் தொற்றை உண்டாக்குகின்றன. பெரும்பாலான காசநோய் உள்ளிட்ட மூச்சு மண்டல நோய்களும், குழந்தை நோய்களும் (எ-டு. தட்டம்மை) இம்முறையிலேயே பரவுகின்றன.

மலம், உணவு மூலம் நோய் பரவல். மனித மலத்தால் மாசடைந்த உணவையோ, குடிநீரையோ உட்கொள்ளும் போது நோய் பரவுகிறது. பெரும்பாலும் நலவாழ்வு பேணப்படாமையே இதற்குக் காரணமாகிறது. காமாலை, காலரா, வயிற்றுப்போக்கு, டைஃபாய்டு போன்றவை

இவ்வழியிலேயே பரவுகின்றன. கைகளை உண்ணும் முன்பும், உண்ட பின்பும் நன்றாகக் கழுவுவது மிகச் சிறந்த தடுப்பு முறையாகும்.

பாலூட்டி, பறவை, ஈ, பூச்சி வழிப் பரவல். இத்தாக்கம் நேரடியாகவோ (எ-டு: நாய்க்கடி நோய், சிட்டகோசிஸ்) உணவு, குடிநீர் வழியே மறைமுகமாகவோ (எ-டு: டை∴பாய்டு, சால்மோனல்லா, புருசெல்லா) பரவலாம். குருதி உறிஞ்சும் கொசு, பூச்சி மூலம் மலேரியா, மஞ்சள் காய்ச்சல், யானைக்கால் நோய், டெங்கு, ரிக்கட்சியா போன்ற நோய்கள் பரவுகின்றன.

மருத்துவ முறைகள் மூலம் நோய் பரவல். அறுவைக்கான கருவி, தவறான செவிலிய முறை, சிரைவழிச் செலுத்தப்படும் குருதி நீர்மம் ஆகியவற்றின் மூலமும் நோய்கள் பரவலாம்.

- மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். A.B.Christie, *Infectious Diesease: Epidemiology and clinical Practise*, Third Edition, Edinburgh Churchill & Livingstone, 1980.

தொற்று நோய் (பொது)

ஓம்புயிரிக்கும் நுண்ணுயிரிக்கும் இடையே நடைபெறும் மோதலின் இறுதியில் ஓங்கியிருப்பதைப் பொறுத்துத் தொற்று நோய்கள் அமையும். அவை நுண்ணுயிரிகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் வீரியத் தன்மை, ஓம்புயிரின் எதிர்ப்பு ஆற்றல் என்பன. நுண்ணுயிரிகள் தோலிலோ, சிலேட்டுமப் படலத்திலோ, சுற்றுப்புறச் சூழலிலோ இருந்தால் நோய்ப் பாதிப்பு இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. பெரும்பாலான நுண்ணுயிரிகள் தீங்கற்றவை. தோலில் உள்ள கொழுப்புப் பொருள், லைசோசைம், லேக்டோ∴பெரின், மியூசின், சிலேட்டுமத்தில் உயிரிகளுக்கு எதிரான பொருள்கள் உள்ளமை, நுரையீரலில் உள்ள சளி இழை அதிகரிப்பு, சிறுநீரகத்தில் இருந்து வெளிப்படும் போதுமான சிறுநீர், திசுக்களுக்குக் கிடைக்கும் போதுமான குருதி ஓட்டம், ஆக்சிஜன் அளிப்பு ஆகிய பல்வேறு காரணங்களால் நோய் வருவது தடைப்படுகிறது. மிகச் சில நுண்ணுயிரிகளே நோயூக்குபவை. அவற்றின் பரப்பு அமைப்பும், சுரக்கும் பொருள்களும், அவற்றின் வீரியத் தன்மையை ஊக்குவிக் கின்றன. எதிர்ப்பொருள் உருவாவதும், ∴பேகோசைடிக் செல்கள் உள்ளமையும், நோய்த் தோற்றத்தைத் தடைசெய்கின்றன.

மைகோபேக்டீரியா மற்றும் நுண்ணுயிரிகள், விஸ்டீரியா, சால்மோனல்லா போன்ற பாக்டீரியாக்கள், காளான்கள், ஒட்டுண்ணிகள், புரோட்டோசோவாக்கள் போன்றவை நோயூக்குவதில் பங்கு பெறுகின்றன. தடுப்பாற்றல் குறைவால் மனிதரைத் தாக்கும் நுண்ணுயிரிகள் செல்லின் உள்ளேயே வாழ்ந்து நாட்பட்ட நோய் நிலையை உண்டாக்குகின்றன.

நோய் ஏற்படும் இடங்களைப் பொறுத்தும் சில விளைவுகள் ஏற்படலாம். நுரையீரல், மூளை உறை அழற்சியின் தடுப்பாற்றல் குறைபாட்டால் நோய் உண்டாகிறது. நடுநிலை வெள்ளணுக்கள் குறைபாட்டால், வாய், இரைப்பை, சிறுகுடல் பாதிப்புகள் உண்டாகின்றன. மெல்லிய திசு, நுரையீரல், ஆழ்ந்த உள்ளுறுப்புகளின் பாதிப்பு, நடுநிலைச் செல்களின் கோளாறுகளாலும் உண்டாகும்.

தொற்றுநோய் நுண்ணுயிரிகள் தோல், வாய், கண், காது, குதம் மூலமாக உண்ணும்போதோ, அருந்தும்போதோ, உள்மூச்சின்போதோ, ஊசி மூலமாகவோ, பிற உயிரினங்கள் மூலமாகவோ உள் நுழைந்து தொற்றும் நோயைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

குருதி, மலம், சிறுநீர், சளி, தண்டுவட நீர் ஆய்வு, குறிப்பிட்ட சிறப்புத் தன்மை கொண்ட தோலிடை ஆய்வு ஊசி, நுண்ணுயிரிகளை ஊட்ட ஊடகங்களில் வளர்த்தல், ஆய்வக விலங்கின ஆய்வு, சாயமேற்றும் முறைகள் (கிராம் முறை, ஷில் நீல்சன் முறை, லீஷ்மென் சாயமுறை) போன்றவை நோய் நிலை அறிய உதவுகின்றன. உரிய நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துக் கொடுத்து நோயைத் தடுத்தல், நோயைக் கடத்தும் உயிரிகளை அழித்தல் ஆகியவை நோய் அறுதியிடலின் பின்னர் இன்றியமையாதவை.

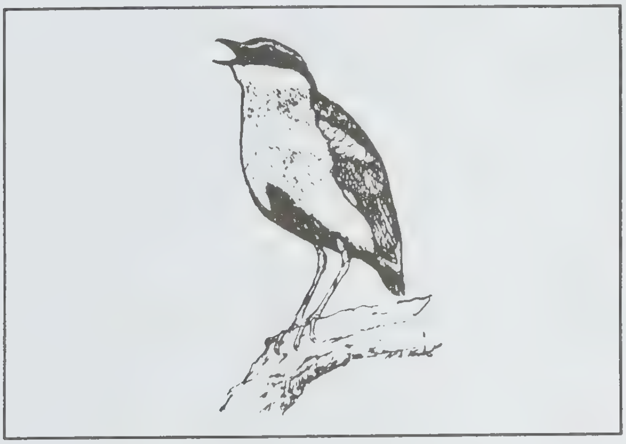
- மு.கி. ராஜாசுப்பிரமணியம்

துணைநூல். Jay H.Stein, *Internal medicine*, First Edition, Little Brown & Co., Boston, 1983.

தோட்டக்கள்ளன்

இது பாசரி∴பார்மிஸ் வரிசையில் பிட்டிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. தோட்டக்கள்ளன் காடையைப் போன்ற உருண்டு திரண்ட உடலும் குறுகிய வாலும் உறுதியான சற்று நீளமான கால்களும் வண்ணங்களால் அழகுபெற்றுத் தோன்றும் உடலும் கொண்டது. பிட்டா பிராகியூரா (*Pitta brachyura*) என்னும் ஒரு சிறப்பினத் தோட்டக்கள்ளன் மட்டுமே தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகிறது. ஆறுமணிக் குருவி, காசிக்கட்டி, கஞ்சால் குருவி முதலிய பெயர்களும் இதற்கு வழங்குகின்றன. இதன் உடலின் மேற்பகுதி பச்சை, பளபளக்கும் நீலம், கறுப்பு ஆகிய வண்ணங்கள் கொண்டது. வயிறு, வாலடி ஆகியன குங்குமச் சிவப்பு நிறத்தன. தென்மேற்குப் பருவமழை தொடங்கியவுடன் பெரும்

எண்ணிக்கையில் வடநாட்டிற்குத் தென்னிந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரை சார்ந்த மாவட்டங்கள் வழியே வலசை செல்லும் இது பின் அக்டோபர்-நவம்பர் மாதங்களில் மீண்டும் இலங்கைக்குத் திரும்புகிறது. வலசை செல்லும் இடைவழியில் தங்கும் இது வைகறையில் தோட்டங்களில்



தோட்டக்கள்ளன் (Pitta brachyura)

உதிர்ந்த இலைதழை ஆகியவற்றிடையே தரையில் திரிந்து இரைதேடக் காணலாம். அப்போது குட்டையான வாலை அசைத்து ஆட்டியபடி இருக்கும். மனிதர் நடமாட்டத்தைக் கண்டவுடன் 'விர்ர்' என இறக்கைகளை அடித்தபடி தாழ்வான மரக்கிளைகளில் சென்று ஆடாது அசையாது அமர்ந்து கொள்ளும். புழுபூச்சிகளையும் வண்டுகளையும் தரையில் தேடித் தின்னும்.

இது மக்கள் மலங்கழிக்கும் இடங்களிலும் வண்டுகளைத் தேடித் தின்னும். "வீட்ட்டியு....வீட்-பிய்யு..." எனக் காலை மாலை அந்திகளில் உரக்கக் குரல் கொடுக்கும். வானம் மப்பும் மந்தாரமுமாக இருக்கும்போது பகல் முழுதும் குரலெழுப்பியபடி இருக்கும். ஒலியெழுப்பும்போது சேவலைப் போல மார்பை நிமிர்த்தித் தலையைப் பின்னோக்கி அசைத்து ஆட்டும். 10 நொடிகளுக்கு 4 அல்லது 5 முறை இதுபோலக் குரல் கொடுக்கும் இது தொடர்ந்து 5 மணித்துளி வரைகூட ஒலியெழுப்பக் கேட்கலாம். ஒன்றுக்கு ஒன்று பதில் குரல் கொடுக்கும். பழக்கமும் உண்டு. மே - ஆகஸ்ட்டில் வட இந்தியாவில் பரவலாக இனப்பெருக்கம் செய்யும். இது தரையிலிருந்து 4 - 8 மீ. உயரத்தில் சிறு மரங்கள் செடிகள் ஆகியவற்றின் கிளைக் கவடுகளிடையே சிறு குச்சி, வேர், புல், இலைக்கொத்து ஆகியற்றைக் கொண்டு பந்து வடிவான நுழைவாயிலோடு கூடிய கூட்டினை அமைக்கிறது. 4 - 6 சிறு புள்ளிகள் கொண்ட பளபளக்கும் வெண்ணிற முட்டை களிடுகிறது. ஆணும் பெண்ணும் அடைகாப்பதிலும் குஞ்சு களைப் பேணுவதிலும் பங்கு கொள்கின்றன.

- க.ரத்னம்

துணைநூல். Salim Ali and S.Dillon Riply, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan*, Fourth Volume, Oxford University Press, London, 1970.

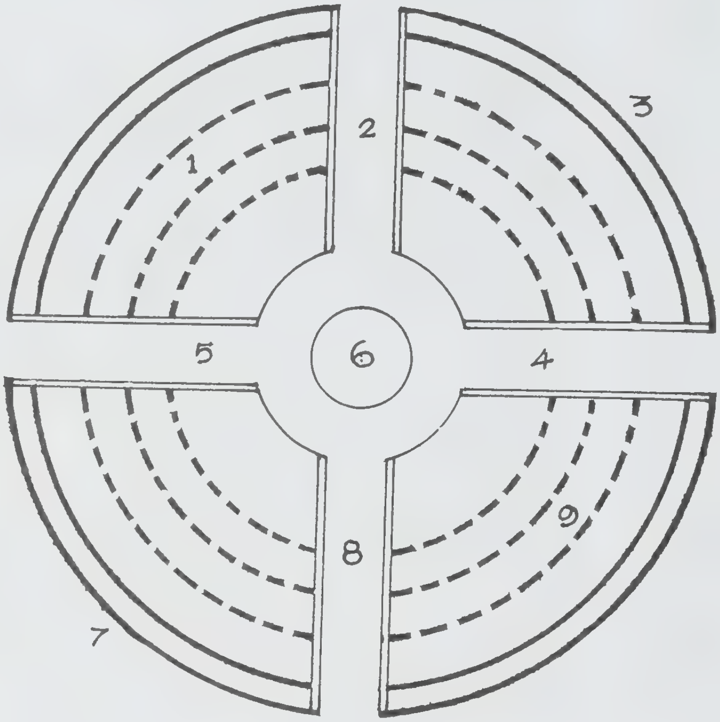
தோட்டம்

பூத்துக்குலுங்கும் மலர்களும், பசுந்தாவரங்களும், எழில்மிகு புல் தரைகளும், அசைந்தாடும் மலர்க்கொடிகளும் உள்ளத்திற்கு இன்பத்தையும் அமைதியையும் வழங்கும் பேராற்றல் படைத்தமையால் தோட்டம் அமைத்தல் மேம்பட்டுள்ளது. இப்போது வீட்டின் அழகை மெருகூட்ட, கட்டடக்கலையுடன் தோட்ட அமைப்பும் இரண்டறக் கலந்துவிட்டது. வீட்டின் வரவேற்பு அறையிலிருந்து முழுத் தோட்ட அமைப்பும் பார்வையில் படும் வண்ணம் தோட்டங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஓவியம் தீட்டவும், சிற்பம் செதுக்கவும் முடியாதோர் அழகு தோட்டம் அமைத்துத் தங்கள் கலை ஆர்வத்தை வெளிப்படுத்துகின்றனர். ஒரு முறையான தோட்ட அமைப்பில் நான்கில் ஒரு பங்கை வரப்புத் தாவரங்கள் (hedges), வரித்தாவரங்கள் (border plants), புல் தரைகள் ஆகியவற்றிற்கு ஒதுக்க வேண்டும். மற்றொரு பங்கில் ஓராண்டு, பல்லாண்டு வாழும் மலர்த் தாவரங்கள், புதர்ச் செடிகள், மலைத் தாவரங்கள் ஆகியவற்றை வளர்க்க வேண்டும். பிறிதொரு பங்கில் காய்கறித் தோட்டம் அமைக்க வேண்டும். எஞ்சிய பகுதியில் கனி, நிழல் தரும் மரங்களை வளர்க்கலாம். சரியான நடைபாதைகள் அமைத்து, மையத்தில் நீர்த் தாவரத் தோட்டத்தை அமைக்கலாம்.

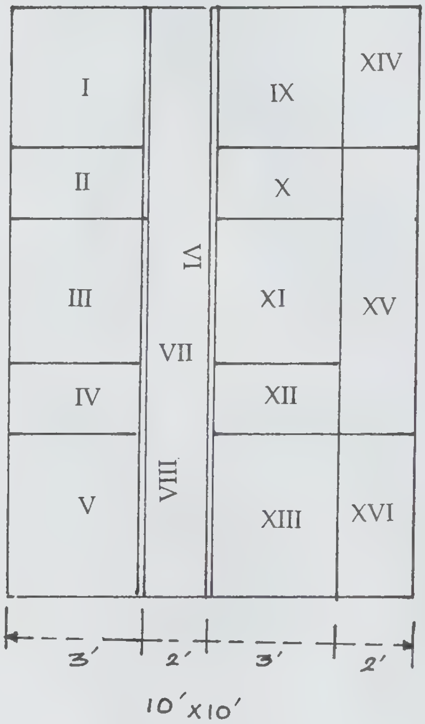
தோட்டத் தரை வடிவமைப்புக் கலை (garden landscape architecture) தரைத்தோட்டம், மாடித்தோட்டம், தாழ்வாரத் தோட்டம் என மூவகையைக் கொண்டது. தரைத்தோட்ட அமைப்பில் கீழ்வரும் பல கூறுகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

வேலி அமைப்பு. மேயும் விலங்கினங்கள், காற்று ஆகியவற்றின் இன்னல்களிலிருந்து செடிகளைப் பாதுகாக்க அரணாகப் பயன்படும் வேலி, தோட்ட அமைப்பில் இன்றியமையாதது. வேலித் தாவரங்கள் உயரமாகவும், அடர்த்தி மிகுந்தனவாகவும் கீழிருந்து மேல்வரை இலைகள் பெற்றும் சீராக அமைந்திருக்க வேண்டும். செடிகளுக்கு இடையே 45 செ.மீ. இடைவெளி இருக்க வேண்டும். வேலிக்கு ஏற்ற காகிதப்பூச்செடி, கொடுக்காப்புளி போன்ற செடிகளை வளர்க்கலாம்.

பாதை அமைப்பு. பாதைகள் தோட்ட நிலத்தைவிட 10-15 செ.மீ. உயரமாக இருக்க வேண்டும். பாதைகளின் ஓரம் சிறிய கால்வாய் வெட்டி மண் எடுத்து உயரமாக்கலாம். இதனால் மழை நீரும் பாதையிலிருந்து எளிதாக வடிந்துவிடும். ஆண்டுக்கு ஒரு முறை புதுமண் நிரப்பிச் சமப்படுத்த வேண்டும்.



படம் 1.



படம் 2.

படம் 1. மாதிரித்தோட்ட அமைப்பு

1. செடிப்பாத்திகள்
2. வரிவரம்புத்தாவ்ரம்
3. வேலித்தாவரங்கள்
4. நடைபாதை
5. நடைபாதை
6. நீர்த்தாவரங்கள்
7. வேலித்தாவரங்கள்
8. வரி, வரம்புத்தாவரம்
9. செடிப்பாத்திகள்

படம் 2. காய்கறித் தோட்ட அமைப்பு

I மிளகாய்
II கொத்துமல்லி
III அவரை, கொத்தவரை
IV கொத்துமல்லி
V தக்காளி
VI அறுகீரை
VII நடைபாதை
VIII பசலை
IX வெண்டை
X புதினாக்கீரை
XI கத்திரி
XII பொன்னாங்கண்ணி
XIII முட்டைக்கோஸ்
XIV வாழை
XV மணத்தக்காளி கீரை
XVI தண்டுக்கீரை

வரம்புத் தாவர அமைப்பு. தோட்டங்களின் உட்பாது காப்பிற்கும் எழிலுக்கும் முள்கள் அற்ற உறுதியற்ற தண்டுகளுடன் பசும் சிறு இலைகளைக் கொண்டு மிக நெருக்கமாக வளரும் சவுக்கு, நொச்சி, காட்டுமல்லி ஆகியவற்றை அமைத்துத் தோட்டத்தின் அழகைக் கூட்டலாம்.

வரித்தாவர அமைப்பு. : நடைபாதைகளின் ஓரத்திலும், புல் தரைகளிலும், பாத்திகளைச் சுற்றிலும் விரும்பும் நிறம், உருவம், உயரத்தில் செடிகளை வளர்க்கலாம். இவை தண்டு அல்லது கொடிப் பதியன் மூலம் பெருக்கம் செய்யப்படுகின்றன. பல்லாண்டு வாழும் இச்செடிகளை 10-15 செ.மீ. உயரம் விட்டுக் கத்தரித்து அழகு செய்யலாம். பொன்னாங்கண்ணி, பசலை போன்றவை இவ்வாறு வளர்க்க ஏற்றவை.

பசும்புல் தரை, புல்படை அமைப்பு. தோட்டத்தில் மிகுதிப்படும் இடங்களில் புல் தரை அமைக்கலாம். மேடு பள்ளங்களைச் சமப்படுத்தும்போது சரிவுகளில் நீர் அரிக்காதவாறு புல் படைகளைப் பதித்துவிடலாம். இவற்றிற்குக் குறைந்தளவு நீர்ப் பாய்ச்சினால் எளிதில் வளர்ந்து பசும் போர்வை போன்று அழகாக இருக்கும். மென்தண்டுடைய அருகம்புல்லை வேர்க் கிழங்கு விதைகளைக் கொண்டு வளர்க்கலாம்.

மலைத்தோட்ட அமைப்பு. தோட்ட அமைப்பில் பல புதுமைகளை ஏற்படுத்தி இதை ஒரு வளர் கலையாக மாற்றுகின்றனர். வீடு கட்டும்போது கிடைக்கும் பாறைத் துண்டு, செங்கல், ஓடு, சுண்ணாம்பு, பல நிறச் சரளைக் கல் கொண்டு இத்தோட்டத்தை வீட்டின் முன்பகுதியில் அழகுற அமைக்கலாம். கள்ளி, கற்றாழையின் பல்வேறுபட்ட வகைகளையும், சில காட்டுச் செடிகளையும், குறைந்த நீர்வளத்தில் புதர்போன்று வளர்க்கலாம். அவ்வப்போது வாடாத அழகிய மலர்கொத்துகள் தோன்றும்போது, தோட்டத்தின் வனப்பு அதிகரிக்கிறது.

காய்கறித் தோட்டம். இக்காலத்தில் காய்கறிகளைப் பெறுவதற்காகத் தோட்ட அமைப்பில் காய்கறித் தோட்ட அமைப்பிற்கு இன்றியமையாமை தரப்படுகிறது. நல்ல மண், கலப்புரம், சூரிய ஒளி, போதிய நீர், மேற்பார்வை மூலம் வருவாய் நோக்கில் மிகுதியாகக் காய்கறிகளைப் பயிரிடலாம். சிறிய தோட்டத்தில் 10'x10' அளவில் காய்கறித் தோட்டம் அமைக்கலாம். மிளகாய், வெந்தயம், கத்தரி, கொத்துமல்லி, தக்காளி, வெண்டை, முள்ளங்கி, கொத்தவரை, மரவள்ளி ஆகியவற்றை வளர்க்கலாம். கொடி வகைகளைக் குறைந்த நிழல் தரும் மரங்களுக்கு அடியில் வளர்த்து அவற்றின் மீது படரவிடலாம். உயரமாக வளரும் தாவரங்களுக்கு அடியில் குட்டையான செடிகளை வளர்க்கக்கூடாது. முள்ளங்கி, கேரட், பீட்ரூட் ஆகிய காய்கறிகள் தொடர்ந்து கிடைப்பதற்கு, 15 நாள்களுக்கு ஒரு முறை புதிய விதைகளை நடவு செய்ய வேண்டும். குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒரே காய்கறியைத் தொடர்ந்து பயிர் செய்தால் மண் வளம் முற்றிலும் குறைந்துவிடும். எனவே வளரும் தாவரங்களுக்கு இடையே குறுகிய காலச்செடிகளை ஊடு பயிராக வளர்த்து இரட்டைப் பயன் அடையலாம். காய்கறித் தோட்டத்தை வீட்டின் முன்னும் பின்னும் மருங்கிலும் உள்ள நிலப்பரப்பில் அமைக்கலாம்.

காய்கறித் தோட்டம் சிறு நிலப்பகுதி கொண்டிருப்பின் மண்வெட்டியால் நிலத்தைப் பன்முறை கொத்திச் சமப் படுத்தி வளப்படுத்தலாம். பெரிய நிலப்பரப்பாயின் ஏர் கொண்டு 2 அல்லது 3 முறை உழுது நிலத்தைச் சமப்படுத்தி பின்பு நீர்ப்பாய்ச்சுதலுக்கான சிறு சிறு வாய்க்கால்களை நடுவில் அமைத்து வாய்க்கால்களின் இருபுறமும் சிறு சிறு பாத்திகள் அமைத்தல் வேண்டும். பாத்திகளின் பரப்பும் வரப்பும் ஒரே அளவினவாகவும், சீரானவையாகவும் இருத்தல் வேண்டும். பாத்திகளில் நீரைப் பாய்ச்சிய பின்னர் அப்பாத்திகளில் உள்ள ஈரத்தில் காய்கறிச் செடிகளின் விதைகளை ஊன்றலாம் அல்லது காய்கறிச் செடிகளின் நாற்றுகளை நடலாம். விதைகள் முளைத்து வளரத் தொடங்கிய நிலையிலும், நாற்றுகள் பிடுங்கிப் பாத்திகளில் நட்டு வளரத் தொடங்கிய நிலையிலும் அவற்றின் அடிப்பகுதியில் உரமிட வேண்டும்.

உரமிட்ட பின்னரும் மீண்டும் நீர்ப்பாய்ச்சுதல் தேவை. பாத்திகளில் ஈரம் எப்போதும் இருக்குமாறு தொடர்ந்து நீர்ப்பாய்ச்சுதல் வேண்டும். செடிகளின் ஒவ்வொரு வளர்ச்சி நிலையிலும் உரம், நீர் ஆகியன மிகவும் இன்றியமை யாதவை. குறிப்பாகச் செடிகள் பூக்கும், காய்க்கும் காலத்தில் நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். மேலும் கால்நடைகளிலிருந்து செடிகளைப் பாதுகாத்தலும் வேண்டும்.

கனித் தோட்ட அமைப்பு. கனித் தாவர வளர்ப்புக்கு வடிகால் நிறைந்த சரளை கலந்த மண் தேவைப்படும். வீட்டுத்தோட்டத்தில் இத்தாவரங்களை முன்புறமோ ஓரத்திலோ வளர்க்க வேண்டும். தென்னை, வாழை, கொய்யா, பப்பாளி ஆகியவற்றைப் போதிய இடைவெளி விட்டு வேலி ஓரத்தில் மிகுதியான நீர்விட்டு எளிதாக வளர்க்கலாம். சமையல், குளியல் அறைகளிலிருந்து வரும் கழிவு நீர் கொண்டு வாழையை நன்கு வளர்க்கலாம்.

தோட்டத்திற்குத் தேவையான வெப்பநிலையும், மழையளவும் தோட்டத்தில் பயிரிடப்படும் கனி மரங்களைப் பொறுத்து அமையும். அவற்றை மாற்றியமைக்க இயலாது. அமைந்துள்ள சூழ்நிலைக்கேற்பக் கனி மரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துத் தோட்டம் அமைத்தல் வேண்டும். ஆரஞ்சு, கொய்யா போன்ற சில வகை மரங்கள் சமவெளிப் பகுதியில் செழித்து வளரக்கூடியவை. இவை மழையும், குளிரும் மிகுந்துள்ள பகுதியில் வளரக்கூடியவையல்ல. பலா, வாழை போன்ற சில வகைக் கனி மரங்கள் மழை மிகுந்த பகுதிகளில் செழித்து வளர்கின்றன. எனவே இவற்றை மழை குறைந்த பகுதிகளில் அமைக்கக்கூடாது. அவ்வாறு அமைத்தால் நீர்ப்பாசனச் செலவு மிகுதியாகும். மேலும் பேரி, ஆப்பிள் போன்ற சில வகை மரங்கள் குளிர் மிகுந்த பகுதியில் செழித்து வளர்க்கூடியவை. கனித் தோட்டம் அமைப்பதற்கு வீட்டின் பின்புற நிலமே சிறந்தது. இருப்பினும் சற்றுப் பெரிய நிலப்பகுதியாக இருந்தால் மிகவும் நன்று. நிலப்பகுதி மிகுதியாக இருந்தால்தான் கனி மரங்கள் நன்றாகக் கிளைத்து வளர முடியும். கனி மரங்களுக்கு மேல்மண் வளமாக இருக்க வேண்டும். மேலும் 1மீ. நீளம், ஆழத்திற்குக்

குறையாமல் வேர் தடையின்றிச் செல்வதற்கான மண்வளம் பெற்றிருக்க வேண்டும். மாமரம் போன்றவற்றிற்கு வேர் இறங்குவதற்கு 3மீ. ஆழம் வரை தடை இருக்கக்கூடாது. தடை என்பது நிலத்தின் அடியிலுள்ள தகட்டுப்பாறை, சுண்ணாம்புக்கல் பாறை ஆகியவற்றைக் குறிக்கும். சாதாரணமாகக் குறைந்த அளவு நிலத்தடி நீர் மட்டும் 1மீ. ஆழத்திற்குக் கீழாகவே இருத்தல் வேண்டும். நீர்மட்டத்திற்கு மேல்தான் பொதுவாக வேர்கள் பரவுகின்றன.

கனித் தோட்டம் அமைக்கத் தொடங்கும் முன் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் இடங்களில் ஆழமாகக் குழி தோண்டி மண், மரங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றதா அல்லது பாறை போன்ற தடைகள் உள்ளனவா என்று கவனித்தல் வேண்டும். காய்கறிச் செடி, பூச்செடி ஆகியவற்றின் வேர்கள் நிலத்தின் மேற்பரப்புகளிலேயே பரவுகின்றன. எனவே அவ்விடத்திலி ருந்தே செடிகளுக்குத் தேவையான உணவையும், நீரையும் வேர்கள் உறிஞ்சுகின்றன. அதனால் அவற்றிற்கு மேல் மண் வளமாக இருந்தால் போதும். நெடுங்காலம் வளர்ந்து பல ஆண்டுகளுக்குக் கனிகளைத் தரக்கூடிய மரங்களின் வேர்கள் புவிக்குள் ஆழமாகப் பரவி மண்ணின் பல பகுதியிலிருந்து உணவைப் பெறுவதால் மேற்பகுதி மண் மட்டுமன்றி, கீழ்ப்பகுதி மண்ணும் வளமாக இருக்க வேண்டும்.

கனித் தோட்டத்திற்கு நீர் வசதி வேண்டும். நீர் வசதிக்கு ஏற்பக் கன்று அல்லது நாற்று நடுதல் வேண்டும். ஆரஞ்சு, எலுமிச்சை முதலிய மரங்களுக்கு மழைக்காலத்தைத் தவிர ஏனைய காலங்களில் அடிக்கடி நீர்ப்பாய்ச்சுதல் வேண்டும். நீர் பாயும் அளவிற்கேற்பவே கன்றுகள் நடுதல் வேண்டும். கன்றுகளை மிகுதியாக நட்டுவிட்டால் நீர்ப்பற்றாக்குறை ஏற்படக்கூடும். சான்றாக, பல வீடுகளின் பின்புறம் உள்ள நிலப்பகுதியில் சில எலுமிச்சை மற்றும் வாழை மரங்களை மட்டுமே காணலாம்: இவை அங்குள்ள கிணற்று நீர்ப்பாசனத்தின் அளவுக்கேற்ப அமைக்கப்பட்டவையாகும்.

பூந்தோட்டம். தோட்ட வளர்ப்புக் கலைஞர்களுக்குத் தோட்டத்தின் மீது ஈடுபாடு தொடர்ந்து நிலைத்து நிற்க, அவ்வப்போது மண்ணைத் திருத்திப் புதிய தாவரங்களை வளர்த்துத் தோட்டத்தைப் புதுப்பொலிவுடன் அமைக்கலாம். புல்தரை, வரம்புத் தாவரங்கள், பருவமலர்ச் செடிகள் கொடி வகைகளை எளிதில் விருப்பப்படி மாற்றலாம். ரோஜா போன்ற மலர்ச் செடியின் தண்டைப் பதியன் போட்டு வளர்க்கலாம். இப்போது விளையாடும் இடங்கள், ஓய்வு அமைதி பெறும் இடங்கள், தோட்டக்கூடாரங்கள் ஆகியவற்றை அமைத்துப் பலரும் இன்பம் பெறத் தோட்ட அமைப்புக்குப் புது வடிவம் தரலாம்.

- **இரா. அன்புமணி**
- **இரா. துரை**

துணைநூல். Trivedi P. Pratibha, *Home Gardening*, Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 1978.

தோட்டக்கலை. அறிவியலின் பல்துறைக் கண்டு பிடிப்புகளைத் தோட்டக்கலை பெற்று, இன்று பெருமளவு வளர்ந்துள்ளது. ஒளிக்காலத்துவம், வெப்பக் காலத்துவம், நுண்ணூட்டச்சத்து, செயற்கை வளர்வூக்கி, வைட்டமின் ஆகியவற்றைக் கொண்டு சிறந்த இனங்கள் வளர்க்கப் படுகின்றன. திடீர் மாற்றம், பன்மயத் தன்மையாக்குதல், கலப்பினச் சேர்க்கை, தேர்வு போன்ற மரபிய கோட்பாடுகளைக் கொண்டு சிறந்த தாவரங்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. கல்லூரிப் பட்டப்படிப்பு அளவில் இக்கலை தனிப்பாடமாகவே கற்பிக்கப்படுகிறது. இன்று உலகின் பல பகுதிகளில் தோட்ட ஆய்வுமையங்கள் தொடங்கப்பெற்றுள்ளன. பல நாடுகள் தோட்டக் கலைக்கெனத் திங்களிதழ்களை வெளியிடுகின்றன. காய்களைப் பழுக்க வைத்தல், கனிகளைக் கெடாமல் காத்தல் ஆகியவை தோட்டக்கலையினால் மேம்பட்டுள்ளன.

வணிகத் தோட்டக்கலை. மலர், காய், கனி, விதை மற்றும் நாற்றுச் செடிகளை விற்பனை செய்து தோட்ட வளர்ப்பைச் சிலர் முழு நேரத் தொழிலாகவே கொண்டுள்ளனர். கனகாம்பரம், செவ்வந்தி, நாட்டுச் சாமந்தி, சம்பங்கி, மனோரஞ்சிதம், வாடாமல்லி போன்றவை ஒரு வாரம் வரை வாடாமல் உள்ளமையால் நீண்ட தொலைவிற்கு அனுப்ப முடிகிறது. சதைக்கனி வகைகளைப் பாதுகாக்க, காற்றுப் புகத்தக்க மூங்கில் கூடைகள் பயன்படுகின்றன. விற்பனைத் தோட்டங்களில் விதைகளைத் தயாரித்து விற்பதைவிட இள நாற்றுகளை வளர்த்து விற்பதே சிறந்த முறையாகும்.

தோட்டத் துணைத் தொழில். தோட்ட வளர்ப்பில் அளவுக்கு மேல் வளர்ந்து வீணாகும் தாவரப் பகுதிகளைக் கொண்டு கோழி வளர்ப்பு, கால்நடை வளர்ப்பு, தேனீ-பட்டு ப்பூச்சி வளர்ப்பு, தோட்டக் குடிசைத் தொழில், தோட்டத் தொழில், காட்டுத்தொழில் போன்ற துணைத்தொழில்கள் தோன்றியுள்ளன. பூக்களைக் கொண்டு குல்கந்து, பன்னீர், அத்தர் போன்றவற்றைத் தயாரித்தலும் காய்களைக் கொண்டு ஊறுகாய், வத்தல் தயாரித்தலும், கனிகளைக் கொண்டு கனிக்குழைவு (Jam), கனிச்சாறு, கனித்தூள் சத்துத் தயாரித்தலும் சிறந்த குடிசைத் தொழில்களாகும். ஜவ்வரிசித் தொழில், சர்க்கரைத் தொழில், பெருங்காயம், எண்ணெய், சோப்புத்தொழில் ஆகியவை பயன் தரும் தோட்டத் தொழில்களாகும். காட்டுத் தொழில்களான சாயப்பொருள் தயாரிப்பு, மரக்கட்டைத் தொழில், மருந்து, தைலத் தயாரிப்புப் போன்றவையும் சிறந்துள்ளன.

- **இரா. அன்புமணி**

தோட்டக்கலைத் தாவர இனப்பெருக்க முறைகள். தாவர இனப்பெருக்க முறை, விதை உற்பத்தி முறையிலிருந்து வேறுபட்டதாகும். பப்பாளி, மங்குஸ்தான் போன்ற கனிகளை விதைகள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். தாவர இனப்பெருக்க முறையில் குமிழ் (bullb), கிழங்கு (tuber), வேர்த்தண்டுக் கிழங்கு (Corm), தரைமட்டக்கிழங்கு (rhizome), போத்து (cutting), பதியம் (layering), மொட்டுக் கட்டுதல் (budding),ஒட்டுக்கட்டுதல் (grafting) ஆகியவைகள் இன்றியமையாதவை.

குமிழ் வகைகளில் இலைகள் கூட்டாக அமைந்திருக்கும். இலைத் தண்டு மேலாகவும், குமிழ் நிலத்தினடியில் புதைந்தும் இருக்கும். வெங்காயம், வெள்ளைப் பூண்டு இவற்றைப் பிரித்தெடுத்து விதைக்

குமிழ்களாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். திண்மையான கட்டியான வேர்த்தண்டுக் கிழங்குகளான சேனை, கருணை, சேப்பங்கிழங்கு, வெற்றிலை, வள்ளிக் கிழங்கு இவற்றை முழுவதாகவோ, வெட்டியோ விதைக்கிழங்குகளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

வேர்த்தண்டுகள், தரைமட்டக்கிழங்குகளான வாழை, மூங்கில், ஆஸ்பராகஸ் (asparagus) போன்றவற்றைப் பெரிய கிழங்கு அல்லது அவற்றின் கன்று (sucker) மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். மேலும் தண்டுக் கிழங்குகளான (stem tuber) உருளைக்கிழங்கு, ஜெருசலம் ஆர்ட்டிசோக் (*Jerusalem Artichoke*) போன்றவற்றை முழுதாகவோ, துண்டுகளாகவோ விதைக்கிழங்குகளாகப் பயன்படுத்தலாம். சதைப்பற்று வேர்க்கிழங்குகளான (fleshy roots) சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, டாலியா (Dablia) போன்றவற்றை முழுதாகவோ, துண்டுகளாகவோ நடலாம். தவிர, அன்னாசிக் கனிக்கு மேல் உள்ள முடிக்கொத்து, கனியின் நடுவிலுள்ள தண்டு, கனியின் அடியில் தோன்றும் பக்கக் கன்று, மண்ணில் தோன்றி மேல் நீட்டியிருக்கும் கன்று இவற்றை நட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யலாம்.

தண்டு மூலம் செய்யும் இனப்பெருக்கத்தில் வேர்த் தண்டு, முழு இலை, இலைத்துண்டு, இலைமொட்டு, இலைமேல் பகுதி அல்லது இலைக்காம்பு, கிளைமொட்டு இவற்றைப் பாத்தி அல்லது தொட்டிகளில் இட்டுப் பயிராக்கலாம். தண்டுகளைத் துண்டாக்கி நடும் முறையில் மென்மையான தண்டுத் துண்டுகள் கொண்ட சிலோன் பசலை, பொன்னாங்கண்ணி, சிறுகிழங்கு போன்ற தாவரங்களைப் பயன்படுத்தலாம். இவற்றை மணல், மலைப்பாசி அல்லது வெர்மிகுலைட் போன்றவற்றைக் கொண்டும் நன்முறையில் பயிராக்கலாம்.

நடுத்தரக் கடினத் தண்டுத் துண்டுகளை நடும் முறையில் சர்க்கரைவள்ளிக் கிழங்கு, அரளி போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். முற்றிய தண்டுத்துண்டுகளை நடும் முறையில் திராட்சை, அத்தி, மாதுளை, பேரி போன்றவற்றை இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். மேலும் பெரிய கிளைத் தண்டுத் துண்டுகளை நடும் முறையில் முருங்கை, கிளிரிசிடியா, கிளுவை, கல்யாண முருங்கை போன்றவற்றை இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். பதியன் முறையில் ஒரு கிளை அல்லது கிளைத் துண்டைத் தரையில் இழுத்து, நாக்குப் போல் அல்லது மோதிர வளையம் போல் காயம் செய்து இடையில் ஒரு குச்சியைச் செருகி மண்ணில் புதைத்தால், வேர்ப்பிடித்துப் புதிய செடி வளரும்.

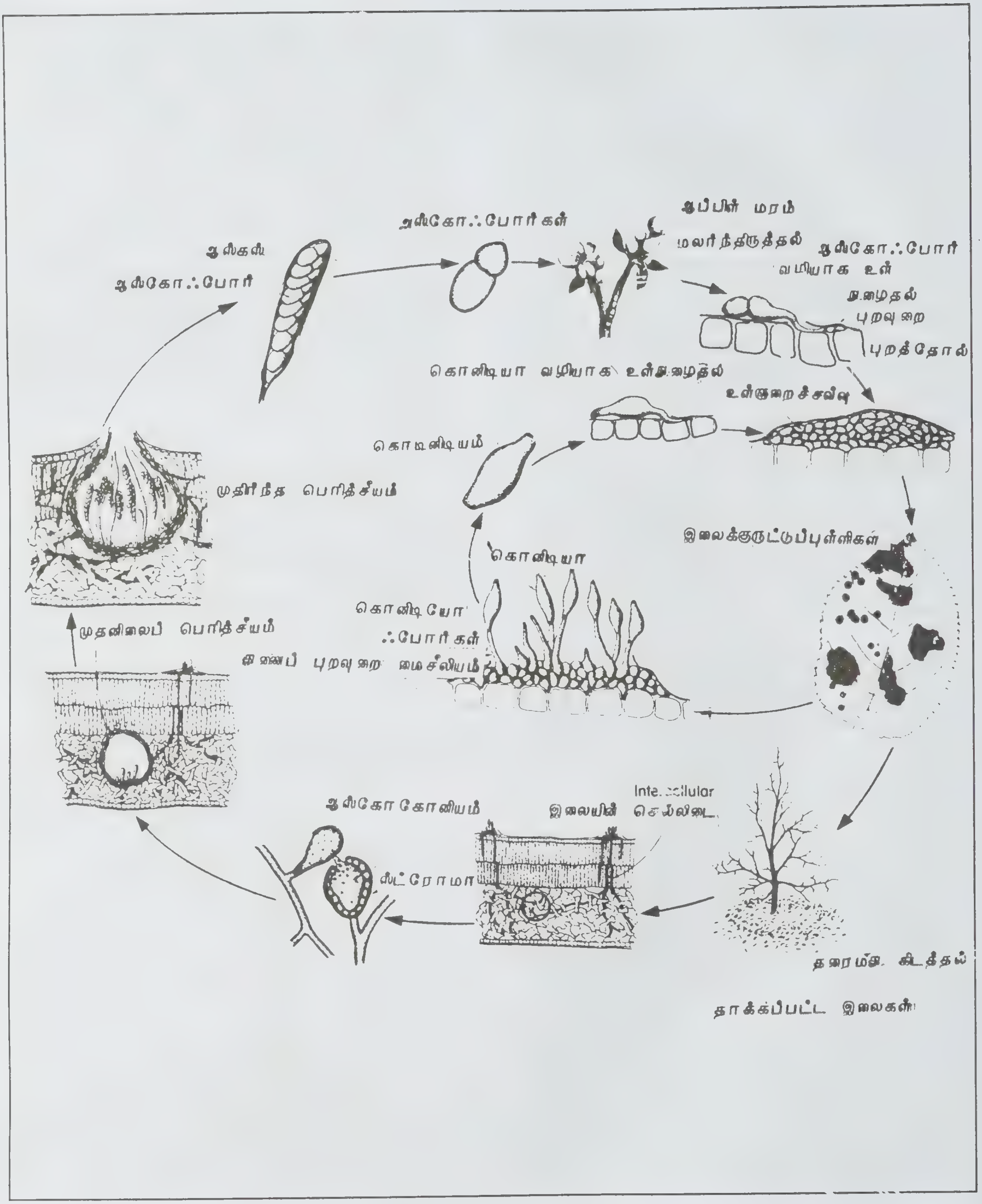
முல்லை, மல்லிகை, சின்கோனா, கொய்யா போன்றவற்றை இம்முறையில் தொட்டிகளில் புதைத்து உற்பத்தி செய்யலாம். விண்பதிய முறையில் பாலித்தீன் துண்டுகளை வைத்துக் கட்டிக் கொய்யா, கறிப்பலா, முந்திரி, குரோட்டன்ஸ் போன்றவற்றைப் பயிராக்கலாம். பென்சில் பருமன் உள்ள தண்டுக்குச்சிகளைத் தேர்ந்தெடுத்து மோதிர வளைவான காயம் ஏற்படுத்தி 4-5 செ.மீ. நீளமுள்ள பகுதியில் ஈரமாக்கப்பட்ட மலைப்பாசியினால் மூடி, பாலித்தீன் காகிதத்தால் நன்றாக உறையிட்டு அதன் மேல் பகுதியையும் கீழ்ப் பகுதியையும் கயிற்றால் காற்றுப் புகாதவாறு கட்ட வேண்டும். இதன்மூலம் ஈரம் வெளியே போகாது; ஆனால் காற்று உள்ளும் புறமும் போக வசதி இருக்கும். 2,3 திங்களில் வேர்ப் பிடித்தபின்2-3 முறைகளாக V வடிவக் காயம் ஏற்படுத்தி வெட்டி இறுதியில் தாய்ச் செடிகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வேண்டும். பின்னர், தொட்டிகளில் நட்டு, 6 திங்களுக்குப் பின் நிலத்தில் நடலாம். இவற்றில் வேர்ப்பிடிக்கும் ஆற்றலை அதிகரிக்க IBA, IAA, NAA என்னும் தாவர வளர்ச்சி ஊக்கிகளை 5000-10,000 ppm என்னும் அடர்வில் 2-5 நிமிடங்கள் வைத்திருந்து நடவேண்டும்.

ஒட்டுக்கட்டுதல் முறையின் மூலம் மா, பலா, சப்போட்டா, முந்திரி, ஆப்பிள், பேரி போன்ற கனி மரங்களை இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். இம்முறையில் தண்டு, பதியன் முறையைப் போலல்லாமல், வேர்த்துண்டு, மேல்தண்டு இரண்டையும் சேர்த்து ஒட்டுச்செடி உருவாக்கப்படுகிறது. வேர்த் தண்டின் மூலம் நீரும், மண்ணிலிருந்து சத்தும் மேல் நோக்கிக் கட்டைத் திசு (xylem) வழியே உறிஞ்சப்பட்டுப் பின்னர் இலைகளிலிருந்து கீழ்நோக்கிச் சல்லடைக் குழாய்த் திசு (phloem) வழி சத்து அனுப்பப்படுகிறது. இவ்விரண்டையும் ஆக்குபடைச் செல்கள் (cambium) இயக்குகின்றன.

ஒட்டுக்கட்டு முறைகள். வளைவு மூலம் இணைத்தல் அல்லது ஒட்டி நெருக்குதல், சாட்டை ஒட்டு, சாட்டை நாக்கு ஒட்டு, பக்க ஒட்டு, சேன ஒட்டு, பிளவு ஒட்டு, மென் பூச்சு ஒட்டு என ஒட்டுக் கட்டலில் பல வகையுண்டு.

வளைய வடிவ ஒட்டுமுறையில் நாற்றுகளைத் தயார் செய்து, அவற்றைத் தாய் மரத்துடன் ஒட்டு முறையில் இணைக்க வேண்டும். வேர்த்தண்டின் ஒரு பக்கம் வளைந்த முறையில் 5 செ.மீ. நீளம் மேல்தோலைச் சீவி அதே அளவுக்கு மேல்தண்டிலும் தோலைச் சீவி எடுத்து இரண்டின் ஆக்குபடைச் செல்களையும் இணைத்து ஒட்டுக்கட்டுதல் வேண்டும். இணைக்கும் முறையில் வெட்டுக்காயம் தூய்மையாகவும், சரிமட்டமாகவும், மென்மையாகவும் அமைய வேண்டும்.

ஒட்டுதல் (Grafting)


அஸ்கோ.:.போர்கள்
ஆப்பிள் மரம்
மலர்ந்திருத்தல்
ஆஸ்கோ.:.போர் வழியாக உள் நுழைதல்
புறவுறை
புறத்தோல்
ஆஸ்கஸ்
ஆஸ்கோ.:.போர்
கொனிடியா வழியாக உள்நுழைதல்
உள்ளுறைச்சவ்வு
கொடினிடியம்
முதிர்ந்த பெரித்தீசியம்
இலைக்குருட்டுப்புள்ளிகள்
கொனிடியா
கொனிடியோ .:.போர்கள்
இணைப் புறவுறை மைசீலியம்
முதனிலைப் பெரித்சீயம்
ஆஸ்கோகோனியம்
Intercellular
இலையின் செல்லிடை
ஸ்ட்ரோமா
தரைமீது கிடத்தல்
தாக்கப்பட்ட இலைகள்

மொட்டுக் கட்டுதல் (budding) என்னும் சிறப்பு முறையில் ஒரே ஒரு மொட்டு இருந்தால் போதுமானது. பின்னர் ஈரமாக்கப்பட்ட மலைப்பாசி போன்றவற்றை வைத்துப் பாலித்தீன் தாளினால் கட்டவேண்டும்.மொட்டடுக் கட்டுதலில் கேடயமுறை என்பது சிறந்தது. இதில் டி (T) அல்லது தலைகீழ் டி (⊥) வடிவில் தோலைத் தண்டின் நடுவில் வெட்டி, 3 செ.மீ. நீளம், 1 செ.மீ. அகலமுள்ள மொட்டைத் திணிக்கும் அளவில் அமைத்து, அதில் மேல்தண்டு மொட்டைப் பொருந்தும்படிச் செய்து கட்ட வேண்டும்.

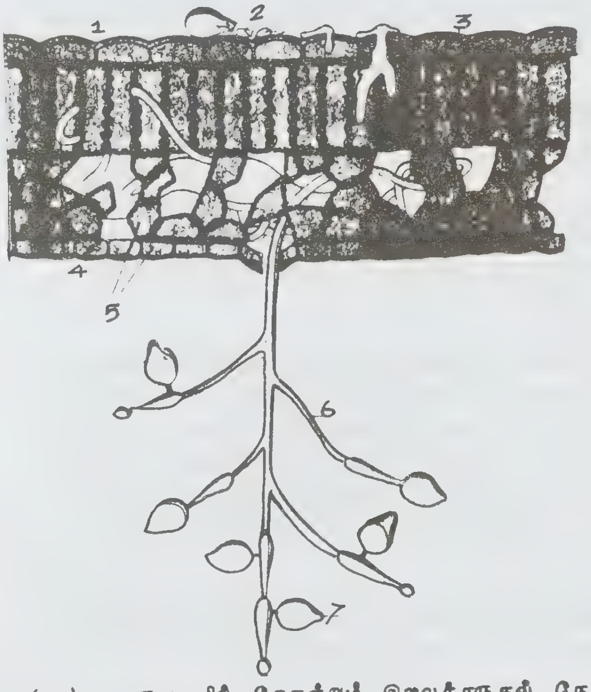
மொட்டுகள் ஓரளவு நன்றாக முற்றி இருத்தல் வேண்டும். தண்டு வட்டமாகவும் பழுப்பு நிறத்திலும் இருக்க வேண்டும். இளம்பச்சை, முள்கள் கூடிய மொட்டைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. வேர்த்தண்டு, மேல் மொட்டுத் தண்டு ஆகியவற்றில் நல்ல நீர்ச்சத்து இருக்க வேண்டும். அடித்தண்டில் 25 செ.மீ. உயரத்தில் மொட்டுக் கட்டுதல் வேண்டும். ஆக்குபடைச் செல்கள் காய்ந்திருக்கக்கூடாது. மெழுகால் பூசி, பாலித்தீன் தாளால் கட்டிப் பின் 3 வாரத்தில் கட்டைப் பிரிக்கலாம். மொட்டு, பச்சையாக வளர்ந்திருக்க வேண்டும். பின்னர் தண்டின் மேல் பகுதியை நீக்கி எடுக்கலாம். செடிகளைக் குச்சிகள் வைத்து இணைத்துக் கட்டினால் நேராக வளரும்.

அவ்வப்போது அடி''பில் தோன்றும் இளம் குருத்குகளை நீக்குதல் வேண்டும்.

- சிவ். சுந்தரராஜன்

துணைநூல். W. Guy and et.al., *Propagation of Horticultural Plants*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd, New Delhi, 1979.

(அ) திராட்சையில் தோன்றும் தேனொழுகல் நோய்.



(ஆ) உருளையில் தோன்றும் இலைக்கருகல் நோய்

1. விதைப்பை
2. விதைகள்
3. முளைக்கும் விதைகள்
4. புசணம்
5. உருளை இலைச் செல்கள்
6. விதைப்பைத் தண்டு
7. விதையகம்

தோட்டக்கலைப் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகள். தோட்டக்கலைப் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகள் பல்வேறு வழிகளில் விளைச்சல் திறனைக் குறைக்கின்றன. தோட்டக்கலைப் பயிரான சமவெளிக் காய்கறி, மலைக் காய்கறி, கனிச் செடி, மரம், மணப் பொருள்களையும் மருந்துகளையும் கொடுக்கும் செடி, கொடி, மலர் வகை போன்றவற்றைத் தாக்கும் மிக முக்கியமான பூச்சி இனங்கள், அவற்றின் தாக்குதலால் தோன்றும் அறிகுறிகள், அதனால் ஏற்படும் பேரிழப்புப் போன்ற விவரங்களை அறிய வேண்டும்.

விதை, தளிரைத் தாக்கும் பூச்சி. நாற்றங்காலில் விதைத்த விதைகளை எறும்புகள் தங்கள் உணவிற்காக எடுத்துச் சென்றுவிடும். இதனால் நாற்றின் எண்ணிக்கை எதிர்பாராத அளவு இராது. பெரும்பாலும் கத்தரி, மிளகாய், கீரை போன்றவற்றில் இத்தகைய சிக்கல்கள் அடிக்கடித் தோன்றும். முளை விட்டு வரும் தளிர் இலைகளின் மொட்டுகளைத் தாக்கும் வண்டுகளைத் திராட்சை போன்ற கனித் தாவரங்களில் காணலாம். இதனால் செடியின் வளர்ச்சி தொடக்க நிலையிலேயே பாதிக்கப்படுவதால் விளைச்சல் குறைந்துவிடும்.

இலையைக் கடித்துண்ணும் பூச்சி. வண்ணத்துப் பூச்சி, அந்திப்பூச்சி, வண்டு, கூன் வண்டு ஆகியவற்றின் புழுக்கள், வெட்டுக் கிளி போன்றவை இலைகளைக் கடித்துண்டு அழிக்கின்றன. இதனால் செடிகளிலும் மரங்களிலும் இலைகளின் எண்ணிக்கை குறைய, ஒளிர்சேர்க்கை குறைந்தோ தடைப்பட்டோ விளைச்சல் குறையும்.

இலைப் பச்சையத்தைச் சுரண்டி உண்ணும் பூச்சி. கத்தரி, பூசணி வகைச் செடி, முட்டைக்கோஸ், பூக்கோஸ் போன்ற பயிர்களில் சில வகை வண்டுகள், அவற்றின் புழுக்கள், அந்திப் பூச்சிகளின் புழுக்கள் ஆகியவை இலைகளின் பச்சையத்தை (chlorophyll) உண்டு ஒளிச் சேர்க்கையைப் பாதித்து விளைச்சலைக் குறைக்கின்றன.

பயிர்ச்சாற்றினை உறிஞ்சி உண்டு வாழும் பூச்சி. வாய்ப்பகுதியில் உறிஞ்சும் உறுப்பு அமையப் பெற்றுள்ள அசுவுணி, இலைப் பேன், தத்துப் பூச்சி, வெள்ளை ஈ, மாவுப் பூச்சி, செதில் பூச்சி, பயிர்ச் சிலந்தி போன்றவை, தோட்டக்கலைப் பயிர்களின் செடி, கொடி, மரங்கள் ஆகியவற்றின் இளந்தளிர், கொடி, இலை ஆகியவற்றில் ஊசி போன்ற வாய்ப் பகுதியை உட்செலுத்திப் பயிருக்குக் கிடைக்கும் சத்துகளை உறிஞ்சி உண்டு வாழ்கின்றன. சில வகைப் பூச்சிகளின் உமிழ்நீரில் உள்ள நச்சுப் பொருள்கள் அவை உண்ணும் போது பயிர்ச்சாற்றுடன் கலந்து விடுவதால் பயிர்களின் இலைகள் காய்ந்து பட்டுப் போகின்றன. தவிர அசுவுணி, தத்துப் பூச்சி, வெள்ளை ஈ போன்றவை நச்சுயிரி நோய்களைத் தாக்கிய செடிகளில் உண்டு, நோய்த் தாக்காத செடிகளில் மறுமுறை உண்ணும் போது அத்தகைய நச்சுயிரி நோய்களைப் பரப்புகின்றன. இத்தகைய செயலைக் கத்தரி, வெண்டை, தக்காளி, மிளகாய், ஏலம், வாழை, எலுமிச்சை போன்ற பல தோட்டக்கலைப் பயிர்களில் காணலாம்.

மலர்மொட்டு, பிஞ்சு, காய், கனிகளைத் தாக்கும் பூச்சி. ஒரு பயிரின் விளைச்சல் திறன் அதில் உற்பத்தியாகும் மலர்மொட்டு, பிஞ்சாகி, காயாகவோ, கனியாகவோ சேதமின்றி அறுவடைக்கு வருவதில் அடங்கியுள்ளது. ஆனால் தோட்டக்கலைப் பயிர்களான மா, பலா, வாழை, ஆரஞ்சு, திராட்சை, கத்தரி, வெண்டை, மிளகாய் போன்றவற்றில் தத்துப்பூச்சி, அசுவுனி, பேன், காய்ப் புழு எனப் பலவகைப் பூச்சிகள் மலர் மொட்டுகளிலிருந்து கனிகள் வரை பல நிலையிலும் தாக்கி விளைச்சலையும், தரத்தையும் பாதிக்கின்றன.

மரத்தைத் துளைத்துண்ணும் பூச்சி. கனி மரங்களின் வலிவும் அவற்றின் விளைச்சல் திறனும் மரப்பட்டையையும் மரத்தையும் துளைத்துண்ணும் வண்டின் புழு, அந்திப் பூச்சிகளின் புழு ஆகியவற்றால் குறைகின்றன. நோய் அறிகுறிகளை மா, பலா, ஆரஞ்சு, திராட்சை, சப்போட்டா, கொய்யா, முந்திரி, காஃபி போன்ற பயிர்களில் காணலாம்.

வேர்களைக் கடித்துண்ணும் பூச்சி. பயிரிடப்படும் நிலத்தின் மண்ணிலிருந்து, பல்வகை உரச்சத்து, நீர் ஆகியவற்றை ஈர்த்துச் செடிகளுக்கும், மரங்களுக்கும் தருவதற்கு வேர்கள் இன்றியமையாதவை. அவை சேதமுற்றால் பயிரின் வளர்ச்சி தடைப்பட்டு, விளைச்சல் குறையவோ முழுமையாகப் பயிர் மடியவோ வாய்ப்புண்டு, கத்தரி, தக்காளி, பூசணி வகை, உருளைக்கிழங்கு, காஃபி, முந்திரி, மா, வாழை, ஆரஞ்சு மிளகு, ஏலம் போன்ற பல பயிர்களும் பலவகை வேர்ப்புழுக்களால் பாதிக்கப் படுகின்றன.

பழுப்புத் தத்துப்பூச்சி, பச்சைத் தத்துப்பூச்சி. இவ்விரு வகைத் தத்துப் பூச்சிகளும் இளஞ்செடிகளின் பயிர்ச்சாற்றை உறிஞ்சி இலைகள் சுருளவும் பழுப்பு நிறமடையவும் காரணமாகின்றன. பழுப்புத் தத்துப் பூச்சி, சிற்றிலை நோயையும் பரப்பி மிக்க அழிவேற்படுத்தும் திறன் பெற்றது. நாற்றங்காலிலும், நட்ட வயலிலும், டைமிதோயேட் 0.03%, மெத்தில் டெமட்டான் 0.25% போன்ற பூச்சி கொல்லி மருந்துகளைத் தெளித்துப் பயன் பெறலாம்.

அசுவுணி. இளந்தளிர், இலைகளின் அடிப்பகுதி யிலிருந்து கொண்டு பயிர்ச்சாற்றை உறிஞ்சி அவற்றைச் சுருளச் செய்யும் அசுவுணியை டைமிதோயேட், மெத்தில் டெமட்டான் போன்ற பூச்சி மருந்துகளைத் தெளித்துப் போக்கலாம்.

பொறி வண்டு. இவ்வண்டும் அதன் புழுக்களும் பச்சையத்தைச் சுரண்டி உண்டு இலைகளைச் சல்லடை போலாக்கிவிடும். வண்டுகளையும், புழுக்களையும் சேகரித்து அழிப்பதுடன் எண்டோசல்பான் 0.035%, கார்பரில் 0.1% ஆகிய பூச்சிமருந்துகளைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

இளம் தளிர்களையும் காய்களையும் துளைக்கும் புழு. சிவப்பு நிறப் புழு தளிர், கொப்பு, காய்களைத் துளைத்து விளைச்சலையும் தரத்தையும் பாதிக்கும். தாக்கப்பட்ட பகுதிகளை நீக்கி அழித்தும், கார்பரில் 0.1%, எண்டோசல்பான் 0.07%, குவினைல்பாஸ் 0.05% போன்ற பூச்சிமருந்துகளைத் தெளித்தும் அழிவைக் குறைக்கலாம்.

சாம்பல் நிற வண்டு. இவ்வண்டு இலை ஓரங்களையும், இவ்வண்டின் புழுக்கள் செடி, வேர்களையும் கடித்து உண்டு அழிக்கின்றன. நாற்று நட்ட 15 நாள் சென்ற பின் ஹெக்டேருக்கு 15 கி.கி.கார்போ.ஃயூரான், 3% குறுநோய் மருந்தை மண்ணிலிட்டுக் கலந்து பின் நீர்ப் பாய்ச்சி இவ்வண்டின் புழுக்களினால் ஏற்படும் அழிவைக் குறைக்கலாம்.

வெள்ளை ஈ. புழுக்களும், முழுவளர்ச்சி பெற்ற பூச்சிகளும் பயிர்ச்சாற்றை உண்டு இலைகளை உதிரச் செய்து செடிகளின் வளர்ச்சியையும் வீரியத்தையும் பெரிதும் குறைக்கின்றன. பயிர்ச் சுழற்சியை மேற்கொண்டும் இப்பூச்சி தங்கி வாழும் களைச் செடிகளை வயல் வரப்புகளிலிருந்து நீக்கியும், மிகுதியான தழைச்சத்து இடுவதைத் தவிர்த்தும், மஞ்சள் நிறப் பிசுபிசுப்புடன் கூடிய கவர்ச்சிப் பொறிகளை வயல் வெளிகளில் வைத்தும் இப்பூச்சியின் பெருக்கத்தைத் தடுக்கலாம். மேலும் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 2.5 லி. ஃபாசலோன் அல்லது 2 லி. குவினைல்பாஸ் பூச்சி மருந்துகளை 1000 லி. நீரில் கலந்து தெளிக்கலாம் அல்லது 5% வேப்பங்கொட்டைச் சாற்றையோ 0.5% வேப்பெண்ணெயையோ தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம். 1 கி.கி. மீன் எண்ணெய்ச் சோப்பை 40 லி. நீர் எனும் விகிதத்தில் கலந்து தெளிப்பதும் பயன் தரக்கூடியது. ஃபாசலோன், குவினைல் பாஸ் மருந்து நீர்க்கலவையுடன் 1 லி. நீருக்கு 2 மி.லி. வேப்பெண்ணெயைக் கலந்தும் தெளிக்கலாம்.

சிவப்புப் பயிர்ச்சிலந்தி. புழுக்களும் முழு வளர்ச்சி பெற்ற பயிர்ச் சிலந்திப் பூச்சிகளும் பயிர்ச் சாற்றினை உறிஞ்ச, இலைகள் பழுப்பு நிறமடைந்து உதிரும். ஹெக்டேருக்கு 3 கி.கி. நனையும் கந்தகம் தெளித்துப் பயிர்ச் சிலந்தியின் பெருக்கத்தைத் தடுக்கலாம்.

மாவுப் பூச்சி. முழுவளர்ச்சி பெற்ற பூச்சிகளும் புழுக்களும் பயிர்ச்சாற்றை உறிஞ்சுவதால் செடிகள் வாடி மடியும். தொடக்க நிலையில் தாக்குதலின் அறிகுறிகளைக் காட்டும் செடிகளை அகற்றி அழிப்பதுடன் மீன் எண்ணெய்ச் சோப்பைத் தெளித்தும் இப்பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

– கா.சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். K.K.Nayar and et.al; *General and Applied Entomology*, Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, 1981.

தோட்டப்பயிர் நோய்கள். பூசணம், பாக்டீரியா, நச்சுயிரி ஆகியவற்றால் தோட்டப்பயிர்களில் நோய் தோன்றுகிறது.

பூசண நோய்கள்

புள்ளி. பூசணம் தாக்கிய பகுதியில் வெண்மை, கருஞ்சிவப்பு, மஞ்சள், கறுப்பு அல்லது சிவப்பு நிறப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. நாளடைவில் புள்ளிகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து இலையின் பெரும்பகுதியைக் கருகச் செய்கின்றன. எ-டு: நிலக்கடலை டிக்கா இலைப்புள்ளி நோய்.

இலைத்துளை. சில இலைப்புள்ளி நோய்களில் புள்ளி ஏற்பட்ட பகுதி மட்டும் காய்ந்து உதிர்ந்துவிழுவதால் இலையில் பல துளைகள் காணப்படும். எ-டு: மா மர இலைப்புள்ளி.

இலைக்கருகல். இலையின் பெரும்பகுதி கறுப்பாகவோ கருஞ்சிவப்பு நிறமாகவோ மாறி, அப்பகுதிகள் நாளடைவில் கருகிவிடுகின்றன. எ-டு: உருளைக்கிழங்குப் பின் பருவக் கருகல் நோய்.

வெண்துரு. இலைகளின் அடியில் தடித்த வட்டமான வெண்புள்ளிகள் தோன்றும். இவை கொப்புளங்கள் போன்று மெல்லிய உறையால் மூடப்பட்டிருக்கும். அவ்வுறை சிதைவுறும்போது உள்ளிருக்கின்ற வித்துப் பைகள் (sporangia) வெளிப்படும். எ-டு: முள்ளங்கி வெண்துரு.

கொப்புளக்கருகல். இலையின் அடியில் கொப்பு ளங்கள் போன்ற தடித்த வட்டமான வெண் புள்ளிகள் காணப்படும். இக்கொப்புளங்களின் மேற்பகுதி இள மஞ்சள் நிறத்துடன் காணப்படும். கொப்புளத்தின் பரப்பளவுக்குச் சமமாக இலையின் மேற்பகுதி குழிவாக இருக்கும். எ-டு: தேயிலைக் கொப்புளக் கருகல்.

சாம்பல் நோய். இலையில் சாம்பல் நிறப்பொடி படிய, பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் உதிர்ந்துவிடும். எ-டு: வெண்டைச் சாம்பல் நோய்.

இலைச்சுருட்டை. இலைகளின் இயல்பான வடிவம் மாறி, சுருக்கமுற்றிருக்கும். இலைகளின் மேற்பரப்பு நிறம் மாறியிருக்கும். எ-டு: பீச் இலைச் சுருட்டை.

தூர் அழுகல். நிலத்தை ஒட்டிய தண்டுப் பகுதியை நோய்க்காரணி தாக்குவதால் அழுகல் ஏற்படுகிறது. தொடக்கத்தில் பட்டை அழுகி அதன்பின் தண்டின் உட்பகுதிக்கும் நோய் பரவுகிறது. எ-டு: வெற்றிலை வாடல் நோய்.

பின்னோக்கிக் காய்தல். செடியின் நுனிப் பகுதி காய்ந்து நாளடைவில் செடி பின்னோக்கிக் காய்ந்துவரும். இதனால் நுனிப் பகுதி முழுதும் இலைகளற்றும் காய்ந்தும் காணப்படும். பின்னர் செடி முழுதுமே காய்ந்துவிடும். எ-டு: மிளகாயின் பின்னோக்கிக் காய்தல்.

பறவைக் கண் நோய். தண்டு, கிளை முதலியவற்றில் வட்டவடிவப் புள்ளி ஏற்படுகிறது. இது தடித்து மையத்தில் குழிவாக இருக்கும். இலை, காய் போன்றவற்றில் கருநிறப் புள்ளிகள் தோன்றும். எ-டு: திராட்சைப் பறவைக்கண் நோய்.

வாடல். பயிரின் இலைகள் பழுப்பாக மாறி வாடத் தொடங்கும். வேர்ப் பகுதியில் பட்டையை நீக்கிப் பார்த்தால் கரு நிறக் கோடுகளும், தண்டுப் பகுதியில் வெடிப்பும் காணப்படும். எ-டு: வாழை வாடல்நோய்.

வேர்வீக்க நோய். இலைகள் இள மஞ்சள் நிறம்பெற்று வாடத் தொடங்கும். வேர்ப் பகுதி பெருத்தும் ஆணிவேர், பக்கவேர் யாவும் முண்டும் முடிச்சுமாகவும் காணப்படும். இறுதியில் செடி காய்ந்துவிடும். எ-டு: இலைக்கோஸ் வேர் வீக்க நோய்.

பாக்டீரிய நோய்கள்

தனித்த புள்ளிகள். தொடக்கத்தில் இலைப்புள்ளி நீர்க் கசிந்து மிகச் சிறியதாகத் தோன்றி நாளடைவில் பெருக்கமடைந்து வட்டமாகவோ ஒழுங்கற்ற வடிவத்தைக் கொண்ட புள்ளியாகவோ மாற்றமடையும். எ-டு : பருத்தியில் கருங்கிளை நோயால் ஏற்படும் கோணப்புள்ளி.

பிளவை. இலை, கிளை, கனி போன்றவற்றில் சொறி போன்று சொரசொரப்பாகவோ வெளி வளர்ச்சியுடனோ அறிகுறி காணப்படும். தாக்கப்பட்ட பகுதியின் மேற்பரப்பில் உள்ள திசுக்கள் காய்ந்துவிடும். தக்கை போன்ற வளர்ச்சியும் அவற்றின் மையம் குழிந்து பிளவையாகவும் தோன்றும். எ-டு : எலுமிச்சைப் பிளவை.

கழலையும் கொப்புளமும். செடியில் பாக்டீரியா தாக்கிய திசுக்களில் திசுவறைப் பெருக்கம் மிகுதியாதல் (hyperplasia), திசுவறைப் பெரிதாதல் (hypertrophy) போன்ற மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. அதனால் தாக்கப்பட்ட பகுதியில் கழலை (tumour) போன்ற வளர்ச்சி தோன்றுகிறது. இம்மாற்றங்களாலேயே பயறு வகைப் பயிர்களில் வேர் முடிச்சுத் தோன்றும். அக்ரோபேக்டீரியம் டுமிபேசியென்ஸ் என்னும் பாக்டீரியத் தாக்குதலால் கொப்புளங்கள் ஏற்படுகின்றன.

நச்சுயிரி நோய்கள்

தேமல். பல நச்சுயிரிகளால் தேமல் நோய் உண்டாகிறது. புகையிலைத் தேமல் நச்சுயிரிகளால் (tobacco mosaic virus) பாதிக்கப்பட்ட புகையிலைச் செடியில் பச்சை நிற இலைப் பகுதிக்கு இடையிடையே பச்சை நிறப் பகுதிகளைக் காணலாம். மஞ்சள் தேமல் நச்சுயிரி (yellow mosaic virus) நோயுற்ற அவரை இலைகளின் இடையிடையே மஞ்சள் நிறப் பகுதிகளைக் காணலாம்.

இலைச்சுருட்டை. பாதிக்கப்பட்ட செடியின் இலைகள் மேற்புறத்தில் சுருண்டிருக்கும். இலைகள் நீளவாட்டில் இரு ஓரங்களிலிருந்தும் மேற்புறமாகச் சுருள்வதால் படகு போன்று காட்சியளிக்கும். எ-டு: உருளைக்கிழங்கு இலைச் சுருட்டை நோய்.

மலட்டுத்தன்மை. இந்நோயின்போது வளர்ச்சிக் குறைதல், இலைப்பரப்புக் குறைதல், இலைப் பகுதிச் சுருங்குதல், பூ, காய் உதிர்தல் ஆகிய அறிகுறிகள் காணப்படும். செடி பூக்காமலேயே மலட்டுத்தன்மை பெற்றிருப்பதும் உண்டு. எ-டு: துவரை மலட்டுத் தேமல்.

முடிக்கொத்து. இலைகள் செங்குத்தாக வளர்ந்து தண்டின் தலைப் பகுதியில் ஒரே இடத்திலிருந்து தோன்றியிருப்பன போன்று கொத்தாகக் காணப்படும். இலைகளின் அகலம் குறைந்தும், வளர்ச்சி குன்றியும், பாதிக்கப்பட்ட மரங்கள் குட்டையாகவும் இருக்கும். இலைகளில் இடையிடையே அடர்பச்சை நிறக்கோடுகள் காணப்படும்.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

துணைநூல். R.S.Singh, *Plant Diseases*, Oxford and IBH Publishing Company, Calcutta, 1968.

தோராயக் கணக்கிடுதல்

கணிதத்தில் கணக்கிடும்போது சரியான தோராயமான என்றும் இருவகை எண்கள் உள்ளன. இவை முறையே 1,2,3

$\frac{1}{5}, \frac{3}{4}$.......$\sqrt{2}, \pi, e$ .... ஆகும். தோராய எண்களின் மதிப்பின் ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்கங்களுக்கு முழுமையும் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக πஇன் மதிப்பு 3.1416. இதைவிடத் துல்லியமாக π = 3.1459265 எனக் காணலாம். இவ்வாறு ஒன்றின் உண்மையான மதிப்பைக் காணும் முறையைத் தோராயக் கணக்கிடு முறை என்பர். இத்தோராயக் கணக்கீடு, அளக்கும் கருவிகள், கணக்கிட வேண்டிய அளவு கணக்கிடும் முறை முதலியவற்றிற்கு ஏற்றவாறு மாறுபடும்.

எண்களின் மதிப்பைத் தோராயமாகக் கணக்கிடுவது போல் சில சார்புகளையும் தோராயமாகக் கணக்கிடலாம். எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட சார்பு தோராயமாக அனைத்து எண்களையும், கட்டுப்பாடுகளையும் உள்ளடக்கிய மிகச்சிறந்த ஒன்றைக் கணக்கிடப் பொதுவாகச் சிறு வர்க்க முறையைக் கையாள்வர்.

இயற்பியல் சமன்பாடுகளின் தீர்வுகளைத் திட்டமாகக் காண முடியாத நிலையில் தோராயக் கணக்கிடு முறையில் காணலாம். எண்சார் கணிதத்தில் இம்முறை பெரிதும் கையாளப்படுகிறது. இரு துண்டாக்கும் முறை, மீண்டும் மீண்டும் கணித்தல் முறை, ஈவு வேறுபாடு முறை, நியூட்டன் ராப்ஸன் முறை, முல்லர் முறை முதலியன குறிப்பிடத் தக்கவை. ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட மாறிகளைக் கொண்ட சமன்பாடுகளின் தீர்வுகளைக் காணும்போது கவுஸ் முறை, மீண்டும் மீண்டும் கணித்தல் முறை போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தித் தோராயமாகக் கணக்கிடுவர்.

எண்சார் கணிதத்தில் பெறப்படும் சார்புகளின் வகைக்கெழு, தொகையீடு, வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளின் தீர்வு முதலியவற்றைத் தோராயக் கணக்கீடு முறை மூலம் காணலாம்.

- கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம்

தோராயம்

கணிதத்தில், மிகச் சரியான மதிப்பீடுகளைக் கண்டுபிடிக்க இயலாதபோது, முக்கியமாக எண்சார்ந்த தீர்வுகளில் மிக மிக நெருங்கிய அளவீட்டைக் கண்டுபிடித்துத் தீர்வு காண்பது வழக்கமான முறையாகும். இது தோராயம் (approximation) எனக் குறிக்கப்படும். இவ்வாறு கண்டுபிடிக்கப்படும் மதிப்பு, தோராய மதிப்பு (approximate value) என்பதாகும். அதாவது, தோராயம் என்பது சரியான மதிப்பில்லை யென்றாலும், ஏறக்குறைய சரியான மதிப்பாகக் கருதப்படும்.

பல்லுறுப்புச் சமன்பாடுகள் (polynominal equation) அதியியல் சமன்பாடுகள் (transcendental equations) எளிதாகக் கண்டுபிடிக்க முடியாத தொகை மதிப்புகள், எல்லை நிபந்தனைகளையுடைய வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் போன்ற பல பகுதிகளில் தோராயமாகத் தீர்வுகள் கணக்கிடப்படுகின்றன.

மேலும், நேர்கோடுகளின் துண்டுகளைக் கொண்டு வளைவரை வரைதல், ஒரு வளைவரையின் பகுதியைச் செவ்வகங்கள், முக்கோணங்களாகப் பிரித்துப் பரப்பைக் காணுதல் ஆகியவையும் தோராயத்திற்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகும். நுண்கணிதம், புள்ளியியல் ஆகியவற்றிலும் தோராய மதிப்புகளைக் கொண்டு தீர்வுகள் காணப்படுகின்றன.

- பங்கஜம் கணேசன்

தோரியம்

இத்தனிமத்தின் அணு எண் 90 ; அணு நிறை 232. 1828 ஆம் ஆண்டில் பெர்சீலியஸ் என்னும் ஸ்காண்டிநேவிய அறிவியலார் இதனைக் கண்டுபிடித்து அந்நாட்டுக் கடவுளான தோரின் என்னும் பெயரை இத்தனிமத்திற்கு இட்டார். ஆனாலும் 1885 ஆம் ஆண்டில் சி.ஏ.வான் வால்ஸ்பக் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட வளிம ஒளித்திரைவலைக்குப் (gas mantle) பின்னரே இத்தனிமத்தின் பயன் பெருமளவு உணரப்பட்டது.

Ia																	0
1 H	IIa											IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

இத்தனிமம் புவியின் மேற்பரப்பில் ஏறத்தாழ 0.002% உள்ளது. இயற்கையில் இது தோரைட் என்னும் கனிமமாகவும்,மோனசைட் என்னும் மணல் பொருளாகவும் பெரும்பாலும் கிடைக்கிறது. இந்தியாவில் கேரளக் கடற்கரையில் உள்ள மணலில் பெருமளவு மோனசைட் உள்ளது. இத்தனிமம் கதிரியக்கத் தன்மையுடையது. அணு உலைகளில் பெரிதும் பயனாகும் ^{232}U என்னும்

ஐசோடோப்பைப் பெருமளவில் தயாரிக்க இத்தனிமம் பயனாகிறது. எனவே இத்தனிமத்தைப் பிரித்தெடுத்தல் அனைத்து நாடுகளிலும் அரசின் கட்டுப்பாட்டிலேயே அமைகிறது.

உலோகவியல். இத்தனிமம் பெரும்பாலும் தோரைட் என்னும் கனிமப் பொருளிலிருந்தும், மோனசைட் என்னும் மணல் பொருளிலிருந்துமே பெறப்படுகிறது.

கிடைத்தல். தோரியம் தனிமத்தின் முக்கியத் தாதுவான மோனசைட் இயற்கையில் பல இடங்களில் பரவியுள்ளது. இந்தியா, பிரேசில், இலங்கைக் கடற்கரை மணலில் மோனசைட் கலந்துள்ளது. தென் ஆ∴ப்ரிக்கா, ரஷ்யா, ஸ்காண்டிநேவியா, ஆஸ்திரேலியா ஆகியவை இத்தாது பரவலாகக் கிடைக்கும் பிற நாடுகளாகும். மோனசைட் தாதுவில் 3-10% தோரியன் கலந்துள்ளது. தோரைட், தோரியனைட், யுரேனோதோரைட் ஆகியன இத்தனிமத்தின் ஏனைய கனிமங்களாகும்.

தோரைட் கனிமத்திலிருந்து பெறல். தோரைட் ஒரு சிலிக்கேட் கனிமம். இதன் இயைபு $ThSiO_4$, இதில் 81.5% வரை தோரியா (ThO_2) உள்ளது. முதலில் இக்கனிமத்தை நன்கு பொடி செய்து, ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் லேசாகச் சூடேற்ற வேண்டும். கனிமம் பசை போலான பின்னர், நன்கு ஆவியாக்கினால் சிலிக்கா கரையாத பொருளாகிவிடும். கிடைக்கும் பொருள்ளை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரைத்து வடிகட்ட வேண்டும். வடிநீரின் வழியே ஹைட்ரஜன் சல்∴பைடு வளிமத்தைச் செலுத்த வேண்டும். அப்போது காரீயம், வெள்ளீயம் முதலியன வீழ்படிவாகிவிடும். இவ்வீழ்படிவை நீக்கிக் கிடைக்கும் வடிநீர் கரைசல் காரநிலை அடையும்வரை அம்மோனியா சேர்க்க வேண்டும். அப்போது தோரியம் வீழ்படிவாகிறது. இவ்வீழ்படிவினைப் பிரித்தெடுத்து நீர்த்த சல்∴ப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைக்க வேண்டும். இக்கரைசலை லேசாக ஆவியாக்கும்போது தோரியம் சல்∴பேட் கரையாத உப்பாகப் படிகிறது. இதனைப் பிரித்தெடுத்து உலர்த்தி வறுத்தால் தோரியா கிடைக்கும். இதனைக் கால்சியம், கால்சியம் குளோரைடு ஆகியவற்றுடன் கலந்து ஒரு மூடிய கலனில் இட்டுச் செஞ்சூட்டு நிலைக்குத் சூடேற்றினால் தோரியாக ஒடுக்கமடைந்து தூய உலோகம் கிடைக்கிறது.

மோனசைட் மணலிலிருந்து தோரியத்தைப் பெறல். லாந்தனம், சீரியம் முதலிய அருமண் தனிமங்களின் பாஸ்∴பேட்டுக் கலவையுடன் தோரியம் பாஸ்∴பேட் இணைந்த கனிமமே மோனசைட் ஆகும். அம்மணலில் உள்ள தோரியாவின் அளவு 3-25% என அமைகிறது. கேரளக் கடற்கரை மணலில் ஏறக்குறைய 10% தோரியா உள்ளது. இம்மணலிலிருந்து தோரியத்தைப் பெறுவது சற்றே கடினமாகும். மோனசைட் மணலைச் சிதைத்து, நீர்க்கரைசலைத் தயாரித்து, அதிலிருந்து தோரியத்தைப் பெற வேண்டும்.

முதலில் மோனசைட் மணலைச் சிதைத்து மின்காந்த முறையில் அடர்ப்பிக்க வேண்டும். இம்முறையில் காந்தத்தன்மையற்ற துகள் முழுவதுமாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. மீண்டும் மீண்டும் அடர்விப்பதன் மூலமாக 90 - 95% செறிவு கொண்ட மோனசைட் தாதுவைப் பெறலாம். அடர்விக்கப்பட்ட மோனசைட் தாது இரு மடங்கு அடர் சல்∴ப்யூரிக் அமிலத்துடன் இரும்பு வாணலிகளில் இட்டுத் தாது முழுவதுமாகக் கரையும் வரை சூடாக்கப்படுகிறது. இக்கரைசலுடன் நீர் சேர்த்துக் கலக்கி மாசுகளை வடிகட்டிப் பிரிக்க வேண்டும். இத்தூய வடிநீரில் தோரியம், சீரியம் அருமண்கள் சல்∴பேட்டுகளாக அமையும்.

இவ்வினைகளின்போது பாஸ்∴போரிக் அமிலம் உருவாவதால் கரைசல் அமில நிலையில் உள்ளது. இக்கரைசலைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது மெக்னீசியம் ஆக்சைடு கொண்டு நடுநிலையாக்கும் போது தோரியம் பாஸ்∴பேட்டாக வீழ்படிவாகிறது. இக்கரைசலை முற்றிலும் நடுநிலைக்குக் கொணராமல் சிறிது அமிலத்தன்மையுடையதாகவே வைத்திருந்தால், அருமண் உலோகங்கள் பாஸ்∴பேட்டுகளாக வீழ்படிவாவது தடுக்கப்படும். வீழ்வடிவைப் பிரித்தெடுத்துச் சோடியம் கார்போனேட்டுடன் சேர்த்துச் சூடாக்கும்போது லாந்தனம், சீரியம் முதலிய அருமண்களின் ஆக்சைடுகளை மாசு களாகக் கொண்ட தோரியா கிடைக்கிறது.

இவ்வாக்சைடுகளைக் குறைந்த அளவு ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரைத்துப் பின்னர்ச் சூடான ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலும், அம்மோனியம் ஆக்சலேட்டும் சேர்க்கப்படுகின்றன. தோரியமும் அருமண் உலோகங்களும் ஆக்சலேட்டுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இம்முறையில் 99% தோரியம் ஆக்சலேட்டாகப் பெறப்படுகிறது. தோரியமும் அம்மோனியமும் இணைந்த இரட்டை ஆக்சலேட் உருவாகிக் கரைசலில் கரைந்து விடுகிறது. ஆனால் அருமண் உலோக ஆக்சலேட்டுகள் கரையாமல் வீழ்படிவாகிவிடுகின்றன. இவ்வீழ்படிவை வடிகட்டித் தூய வடிநீரை ஆவியாக்கிக் கிடைக்கும் இரட்டை அம்மோனியம் தோரியம் ஆக்சலேட்டைச் சூடாக்கினால் சிதைவுற்று, தோரியம் டைஆக்சைடு கிடைக்கிறது. இத்தோரியாவை நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து கிடைக்கும் தோரியம் நைட்ரேட்டைச் சூடாக்கினால் தூய தோரியா கிடைக்கிறது.

இத்தூய தோரியம் ஆக்சைடை, குளோரின் முன்னிலையில் கரியுடன் சேர்த்துச் சூடாக்கும்போது தோரியம் குளோரைடு கிடைக்கிறது. இத்தோரியம் குளோரைடைக் கால்சியம் உலோகம் கொண்டு ஒடுக்கும் போது தூய தோரியம் கிடைக்கிறது. இம்முறையில் மிகவும் தூய தோரியத்தைப் பெறலாம்.

தோரியம் குளோரைடும், பொட்டாசியம் குளோரைடும் கலந்த கலவையை கிரா∴பைட்டை நேர்மின்முனையாகவும்

மாலிப்டினத்தை எதிர்மின்முனையாகவும் கொண்டு மின்னாற் பகுக்கும்போது 88% தூய தோரியம் கிடைக்கிறது. இத்துகள்களை எடுத்து, நீர்த்த அமிலம், நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றில் கழுவ வேண்டும். இத்துகள்களை அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்திக் கட்டிகளாகப் பெறலாம்.

ஆற்றல் ஆய்விற்குப் பயனாகும் மிகவும் தூய தோரியத்தை வான்-ஆர்க்கல் முறையில் பெறலாம். இம்முறையில் ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் தோரியமும் அயோடினும் கலந்து எடுத்துக் கொள்ளப்படும். குடுவையிலுள்ள காற்று நீக்கப்பட்டு, டங்ஸ்டன் மின்முனைகள் பொருத்தப்படுகின்றன. டங்ஸ்டன் மின் இழையை ஏறத்தாழ 1400K வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கும்போது, தோரியமும் அயோடினும் இணைந்து தோரியம் டெட்ரா அயோடைடாக மாறி (ThI_4) ஆவியாகும். இந்த ஆவி டங்ஸ்டன் மின் இழையின் மீது படியும்போது தோரியமாகவும், அயோடினாகவும் சிதைவுறும். இத்தோரியம் மின் இழையின் மீது படிகிறது. தோரியத்துடன் அயோடின் இணைந்து தோரியம் அயோடைடு கிடைக்கிறது. இம்முறையில் மிகவும் தூய தோரியத்தைப் பெறலாம்.

கரைப்பான்களைக் கொண்டு பிரித்தல். 6Mக்கும் அதிகமான திறன் கொண்ட ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் தோரியம் கனிமத்தைக் கரைத்து, அக்கரைசலிலிருந்து தோரியத்தைப் பிரித்தெடுக்கலாம். இக்கரைசலுடன் டிரை பியூட்டைல் பாஸ்∴பேட் சேர்க்கப்படுகிறது. தோரியமும் சீரியமும் கரிம அடுக்கிலும் மற்றவை நீர்ம அடுக்கிலும் தங்குகின்றன. கரிம அடுக்கினைப் பிரித்து அதனுடன் சோடியம் நைட்ரேட்டைச் சேர்த்துச் சீரியத்தை அகற்றிவிடலாம்.

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக நைட்ரிக் அமிலக் கரைசலிலிருந்தும் தோரியத்தைப் பிரிக்கலாம். இக்கரைசலுடன் மெத்தில் ஐசோபியூட்டைல் கீட்டோன் பயன்படுகிறது. வேறு ஒத்த கீட்டோன்களையும் இம்முறையில் பயன்படுத்தலாம்.

அயனிப் பரிமாற்றுமுறை. ஆம்பர்லைட் IRA-400 ரெசினைப் பயன்படுத்தித் தோரியம் யுரேனியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இவ்வகைத் தோரியம் அணு உலைகளில் பயன்படுகிறது. அங்கு இது பிளவுபடக்கூடிய யுரேனியம் அணுவாக மாறுகிறது.

$$^{232}Th_{90} + {}^{1}n_{0} \rightarrow {}^{233}Th_{90}$$

$$^{233}Th_{90} \xrightarrow{-\beta^-} {}^{233}Pa_{91} \xrightarrow{-\beta^-} {}^{233}J_{92}$$

இம்முறைகளில் தோரியம் அதன் கனிமங்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

பண்புகள். இது வெண்மை நிறம் அல்லது கருஞ்சாம்பல் நிறம் கொண்ட ஒரு மென்மையான உலோகம். இதனைத் தகடாக அடிக்கலாம், கம்பியாக நீட்டலாம். இதன் அடர்த்தி 11.7 கி/செ.மீ^{3}.

நன்கு பொடி செய்யப்பட்ட நிலையில் இவ்வுலோகம் கருமை அடைகிறது. காற்றில் வைத்தவுடன் தீப்பிடித்து எரிகிறது. கட்டிகளாக இருக்கும்போது, சூடாக்கினால் 520 K வெப்பநிலையில் காற்றில் எரிந்து ஆக்சைடைத் தருகிறது. 1070 K வெப்பநிலையில் நைட்ரஜனுடன் கலந்து நைட்ரைடைத் தருகிறது. 1400^0 C க்குக் குறைவான வெப்ப நிலைகளில் இவ்வுலோகத்தின் அனைத்து அணுக்களும் முகமையக் கன சதுரப்படிகக் கட்டமைப்பில்(fcc) இணைந்துள்ளன. இவ்வெப்பநிலைக்கு மேல் இவை பொருள் மையக் கன சதுர அமைப்பிற்கு (bcc) மாற்றமடைகின்றன. இந்நிலை இவ்வுலோகத்தின் உருகுநிலை வரை நீடிக்கிறது. தூய தோரியம் உலோகத்தின் துல்லியமான உருகுநிலை அறியப்படவில்லை. ஆனாலும் இதன் உருகுநிலை 1750^{0}C அளவுக்கு மிகாது என உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

தோரியம் கதிரியக்கத்தன்மை கொண்ட தனிமம் 232 நிறை எண்ணைக் கொண்ட ஐசோடோப்பே மிகு நிலைப்புத்தன்மை கொண்டது. இதன் அரை வாழ்நாள் 1.4×10^{10} ஆண்டுகள். இது ஆல்∴பாத் துகள்களை வெளிவிடுகிறது. இவ்வுலோகம் ஆக்டினைடு வரிசைத் தனிமக் குழுவைச் சேர்ந்தது. இக்குழுவில் புரோட்டாக்டினியம்,யுரேனியம்,பிற செயற்கை யுரேனியம் கடந்த தனிமங்கள் அடங்கும். கதிரியக்கச் சிதைவு தனிம வரிசையில் முதலாம் தனிமமான இது α, β கதிர்களை வெளியிட்டு இறுதியில் காரீயம்- 208 என்னும் தனிமமாகிறது.

உயர் வளிமங்கள் தவிர ஏனைய அனைதது உலோகமில்லாத் தனிமங்களும் தோரியம் வினைபுரிய, இரட்டைச் சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன. பெரிலியம், மக்னீசியம், போரான், அலுமினியம், சிலிக்கான் ஆகியவற் றுடன் இணைந்து தோரியம் இடைப்பட்ட உலோகச் சேர்மங் களை (intermetallic compounds) உண்டாக்கும். தாமிரம், வெள்ளி, தங்கம் இவற்றுடன் இணைந்து உருவாகும் இடைப்பட்ட உலோகச் சேர்மங்கள் காற்றில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் தன்மையன.

சேர்மங்கள். இவ்வுலோகத்தின் சேர்மங்களும், கரைசல்களும் நிறமற்று உள்ளன. சில சேர்மங்களைத் தவிர அனைத்து உப்புகளிலும் தோரியத்தின் இணைதிறன் 4 ஆக உள்ளது. வேதிப் பண்பில் இத்தனிமம் சிர்க்கோனியம், ஹா∴ப்னியம் ஆகிய தனிமங்களை ஒத்துள்ளது. தோரியத்தின் கரைதிறனுடைய பொதுவான சேர்மமான நைட்ரேட்டின் இயைபு $Th(NO_3)_4.4H_2O$ என அமைந்துள்ளது.

தோரியத்தின் பொதுவான ஆக்சைடு சேர்மம் தோரியா ஆகும். தோரியம் நைட்ரேட், ஹைட்ராக்சைடு, ஆக்சலேட் அல்லது பிற தோரியம் சேர்மங்களை வெப்பத்தாற் சிதைப்பதால் இதனைப் பெறலாம். தோரியம் உப்புகளிலிருந்து தோரியம் பெராக்சைடு (Th_2O_7), ஹைட்ராக்சைடு ($Th(OH)_4$) ஆகியவற்றை வீழ்படிவாக்கிப் பெறலாம்.

ஹாலோஜன்கள் தோரியத்துடன் இணைந்து பல்வேறு சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன. ThX_4 (X= ஹாலோஜன்) எனும் இயைபுடைய தோரியம் டெட்ராஹாலைடுகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை நீரேற்றம் பெற்றவையாகவோ, நீரற்றவையாகவோ இருக்கலாம். $ThOX_2$, $Th(OH)_2X_2$ எனும் இயைபுடைய (நீரேற்றம் பெற்ற அல்லது பெறாத) சேர்மங்களும் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. தோரியம் ஹாலைடுகள் பிற ஹாலைடு சேர்மங்களுடன் இணைந்து இரட்டை உப்புகளை உண்டாக்குகின்றன.

தோரியம் சல்ஃபேட் எனும் சேர்மம் நீரற்றோ 2,4,6,8,9, நீர் மூலக்கூறுகள் பெற்ற சேர்மமாகவோ தயாரிக்கப்படும். நீர்த்த தோரியம் சல்ஃபேட் கரைசலைக் கொதிக்கவைத்தால் ஓரளவு கரையாத கார சல்ஃபேட் கிடைக்கிறது. கார உலோகங்கள் அல்லது அம்மோனியாவுடன் இணைந்து தோரியம் சல்ஃபேட் இரட்டை உப்புகளை உருவாக்கும். தோரியம் ஹைட்ரோசல்ஃபேட், தயோசல்ஃபேட் ஆகியன நீரில் கரையாதன. தோரியம் கார்போனேட்டுகள், பாஸ்ஃபேட்டுகள் அயோடேட்டுகள், குளோரேட்டுகள், குரோமேட்டுகள், மாலிப்டேட்டுகள் ஆகியவையும் இதன் பிற கனிமச் சேர்மங்களும் அறியப்பட்டுள்ளன. தோரியம் கரிம அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டுக் கரிமச் சேர்மங்களையும் உண்டாக்கும். இவற்றுள் தோரியம் ஆக்சலேட் ($Th(C_2O_4)_2.6H_2O$) தோரியத்தின் தூய சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதில் சிறப்பான பங்குபெறுகிறது.

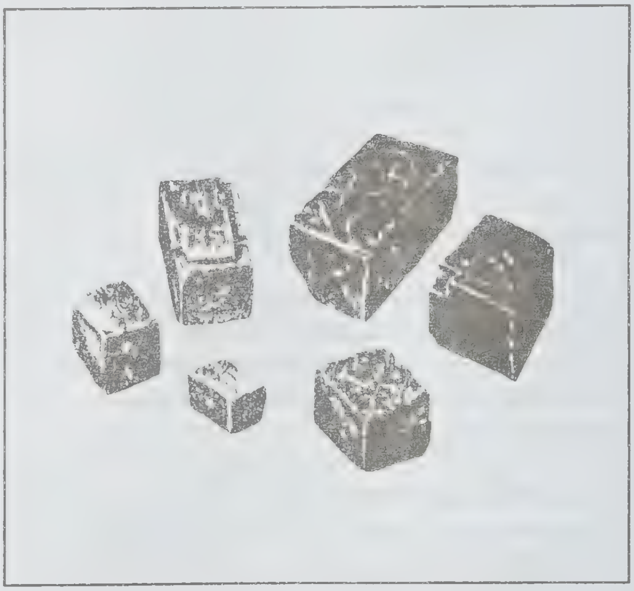
பகுப்பாய்வு. பாறைகளிலும் பிற இயற்கை வளங்களிலும் கிடைக்கும் குறைந்த அளவு தோரியத்தைக் கதிரியக்க ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறியலாம். வேதிப் பகுப்பாய்வை எடையறி பகுப்பாய்வு (gravimetric), நடுநிலையாக்கல் (titrimetric), நிறப் பகுப்பாய்வு (colourimetric) ஆகிய முறைகளால் நிகழ்த்தலாம்.

பயன்கள். தோரியம் ஒளிர்வு தரும் வளிம விளக்கு ஒளித் திரைவலைகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. காரின் முகப்பு விளக்குகளிலும், தெரு விளக்குகளிலும் சிறிதளவு சீரியம் ஆக்சைடு கலந்த தோரியம் ஆக்சைடு பயன்படுகிறது. மிகு ஒளி உமிழும் விளக்குகளில் உள்ள மக்னீசியம் துகள்களில் சிறிதளவு தோரியம் உப்புகளும் கலந்துள்ளன. தோரியம் உலோகக் கலவை சிறந்த ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகச் செயல்படுகிறது. தோரியா சிறந்த வினைவேகமாற்றியாகும். தோரியம் உப்புகள் மருத்துவத் துறையில் காலராவைக் குணப்படுத்துவதிலும் புற்றுநோய் மருத்துவத்திலும் உதவுகின்றன. ஒளி மின் கலங்களிலுள்ள (photoelectric cells) நுண்ணிழை மீது தோரியம் படிந்திருக்கச் செய்தால் இழையின் எலெக்ட்ரான் உமிழ் ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. அணு உலைகளில் இது பிளவுபடத்தக்க $^{233}U_{92}$ ஐசோடோப்பாக மாற்றப்படுவதால், எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

- க. அய்யாவு

தோரியனைட்

இது தோரியம் ஆக்சைடின் கனிமமாகும். ThO_2. U_3O_8 எனும் வேதி இயைபு கொண்ட இக்கனிமம் கதிரியக்கத் தாதுப் பொருளாகும். இது சிதைந்த கனசதுரப் படிக அமைப்பைக் கொண்டது. இதன் கடினத்தன்மை மோவின் அளவுத் திட்டத்தில் 6.5. இதன் ஒப்படர்த்தி 9.3. இது பிட்சபிளண்டினை (யுரேட்டின்) ஒத்த படிக அமைப்பினைக் கொண்டு கருமை நிறத்தில் காணப்படுகிறது. இது பழுப்பு நிறக், கருமை முதல் சிவந்த பழுப்பு நிறம் வரையிலான நிறங்களுடன் பிசின் மிளிர்வினைக் கொண்டு காணப்படுகிறது. இது ஒளி ஊடுருவாத் தன்மையையுடையது.



தோரியனைட் படிகங்கள்

வீரியமுள்ள கதிர்வீச்சினை உடைய இக்கனிமம் முதன்மையாகத் தோரியனைட் பெக்மடைட்டுகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இதில் மிகுதியாக அரிய-மண் உலோகங்களையும், யுரேனியத்தையும் கொண்டுள்ளது. இது சிதைவுற்ற கனிமமாகத் தோரைட், மோனைசைட், இல்லுமனைட்டுடன் கலந்து காணப்படுகிறது. இது நீரோடை

களின் கருமணலிலும், கடற்கரை மணல் படிவுகளிலும் பிற திண்கனிமங்களுடன் காணப்படுகிறது. இது பொருளாதார முறையில் சிதைந்த கூளப் படிவுகளிலும் (detrital) மடகாஸ்கர் மற்றும் ஸ்ரீலங்காவின் பெக்மடைட்டு படிவுகளிலும் கிடைக்கிறது.

இத்தாதுவிலிருந்து பெறப்படும் தோரியம் எனும் உலோகம் கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டது. இவ்வுலோகம் மக்னீசியம், தோரியம்,மற்றும் தோரிய கலப்பு உலோகங்களின் தயாரிப்புக்கு உதவுகிறது. நோர்ஸ்ட விளக்கு (Nernest lamps), வளிம முடிகள் (gas mantles) மருத்துவத்துறைப் பொருள்கள் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுகிறது.

தோரியனைட் பெருமளவில் கடற்கரை மணலிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. பின்னர் சுத்திகரிக்கப்பட்டுத் தோரியம் பெறப்படுகிறது. மடகாஸ்கர், ஸ்ரீலங்கா மற்றும் பாலன்கோடா, பெட்ரோகா ஆகிய இடங்களில் பெருமளவில் தோரியனைட் கிடைக்கிறது.

- எஸ்.சுதர்சனம்

துணைநூல். W.E.Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy,* Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi,1985.

தோரைட்

இது ஒரு தோரியம் சிலிக்கேட் ($ThSiO_4$) கனிமமாகும். இது வடிவத்திலும், அமைப்பிலும் சிர்க்கான் எனும் கனிமத்தினை ஒத்துள்ளது. தோரைட் (Thorite), நாற்கோணப் பட்டகத் தொகுதியினைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமத்தில் பட்டகத்திற்கு இணையான கனிமப் பிளவுகள் உள்ளன. தோரைட் கருமை நிறத்தில் 4.4 - 4.8 வரையிலான ஒப்படர்த்தியைக் கொண்டது. ஆரஞ்சு-மஞ்சள் நிறமுடைய ஆரஞ்சைட் (orangite) எனும் வகை 5.19-5.40 ஒப்படர்த்தியைக் கொண்டுள்ளது. இது ஓரளவிற்குத் தோரைட்டாக மாற்றமடைந்தும் காணப்படுகிறது. யுரனோ-தோரைட் (urano - thorite) யுரேனியம் ஆக்சைடைக் கொண்டுள்ளது.

தோரியம் சிலிக்கேட்டான தோரைட் 1828 ஆம் ஆண்டு தோரியத் தனிமத்திலிருந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது நீசோ சிலிக்கேட் சிர்க்கானின் (Neso Silicate Zircon - $ZrSiO_4$) படிக அமைப்பைப் ஒத்துள்ளது. தோரைட் கனிமத்தில் தோரியத்திற்குப் பதிலாக யுரேனியம், அரிய-மண் வகை, கால்சியம் மற்றும் இரும்பு ஆகியன ஓரளவிற்கு இடம் பெறுவதால் இதன் வேதிச் சேர்க்கை, அனைத்து இயற்கைக் கனிமங்களைவிட மாறுபட்டுள்ளது. யுரேனியம் மற்றும் தோரியத்தின் கதிர்வீச்சு ஏற்படுவதால் பொதுவாகத் தோரைட் தன் படிகத்தன்மை இழந்துவிடுகிறது. இதன் கடினத்தன்மை 4.3-5.4 ஆகும். ஒப்படர்த்தி 4.5 இதன் நிறம் பொதுவாகப் பழுப்புக் கலந்த மஞ்சள்,பழுப்புக் கலந்த கறுப்பு மற்றும் கருமையாகும். இதில் சிலிக்கா குறைவாகவும், ஆக்சிஜனுக்குப் பதிலாக நீர் அணு (OH) சிறிதளவாகவும் இருக்கும்.

இது பெரிதும் பெக்மடைட் எனும் பாறைகளில் கிடைக்கிறது. இது அருகிய துணைக் கனிமமாக கருமணல் மற்றும் ஏனைய சிதைந்த படிவுகளில் பொதிந்துள்ளது. தோரைட் நார்வேயிலுள்ள ஆகைட் சயடைட்டுடன் காணப்படுகிறது. தோரைட்டும்,ஆரஞ்சைட்டும் ஸ்வீடனிலும், ஆரஞ்சைட்டும் யுரேனோ-தோரைட்டும் மலாக்காய்க் குடியரசிலும், யுரேனோ-தோரைட் ஒண்டாரியோவிலும் காணப்படும்.

- க. சித்திராதேவி

துணைநூல். Barry Mason & Dietrich, *Mineralogy,* CBS Publishers & Distributors, Delhi,1985.

தோல்

கருப்பருவத்தில் புறத்தோல் செல்களிலிருந்து உண்டாகும் இது மேல்தோல் (epidermis), தோல் (dermisor corium) என இருவகைப்படும். தோல், நடுத்தோல் பகுதித் (mesoderm) திசுவிலிருந்து இணையிழையத்தால் உண்டாகும். தோலினடியில் இணையிழையங்களால் ஆன புறமென் தோலும் (superfacial facia,hypodermis or subcutaneous) நார்த் திசுக்களால் ஆன அகமென்தோலும்(deep fascia) காணப்படும். காணப்படும் இடத்தை பொறுத்துப் புற என்பு மென்தோல் (periosteum), புறக் குருத்தென்பு மென்தோல் (perichondrium), புறத்தசை மென்தோல் (epimysium) என்பு, குருத்தென்பு ஆகியவற்றை அடுத்துக் காணப்படும்.

புறத்தோல் உடலை மூடுவதுடன், நுண்ணுயிரிகள் புகாவண்ணமும் பாதுகாக்கிறது. பழுதற்ற புறத்தோல் எளிதில் வளர்வதுடன் இறந்த செல்களைத் தொடர்ச்சியாக அகற்றுகிறது. புறத்தோலில் காணப்படும் மயிர்,நகம், வேர்வைச் சுரப்பிகளை உண்டாக்குகிறது. மாறாக, தோல் பகுதி நீளக்கூடிய கொல்லாஜன், எலாஸ்டின் போன்ற இணையிழையங்களால் உள்ளமையால் காயங்கள் எளிதில் குணமடையவும், தொற்றுப் பரவாமலும் காக்கிறது. குருதிப் பாய்வும், உணர்ச்சி நரம்புகளும் தோல்பகுதியுடன் முடிவதால் இவை வளரத் தோல் உதவுகிறது.

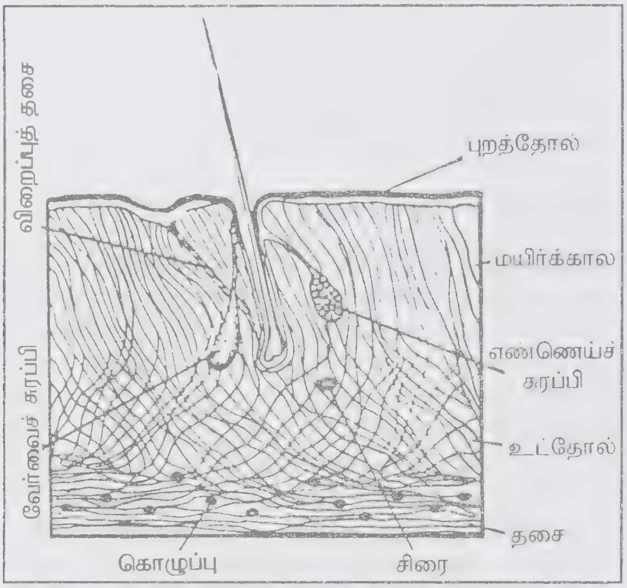
நுண்ணோக்கியால் நோக்கப் புறத்தோலில், வெளிப்பகுதியான கார்னி.'.பைடு (cornified) வன்பகுதியும்,

உருப்பெருக்கும் (germinative zone) உட்பகுதியும் காணப்படும். பேசல் செல் பகுதிக்கு மேல் (basal cell layer) பிரிக்கிள் செல் பகுதி (prickle cell) காணப்படும். இதிலுள்ள முட்செல் கடினப்பகுதியைச் சுரப்பதால் இது கரோடினோசைட் எனப்படும். அடுத்துக் காணப்படும் மெலனோசைட் எனப்படும் நிறச் செல்கள், தோலின் நிறத்தை மாற்றக்கூடியவை. தோல்பகுதியில் வலைப்பகுதி (reticular layer), பாப்பில்லரி பகுதி என இரண்டு பிரிவுண்டு. குருதித் தந்துகிகளும் நரம்பு முடிச்சுகளும் இப்பகுதியில் காணப்படும்.

- மா. ஜெ.ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

தோல்

தோலின் இயற்கை அமைப்பு நுண்ணுயிரியல் வகை, வேதியியல் வகை எனப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1 · கால்நடைத் தோலின் குறுக்குத் தோற்றம்

படம் 1 இல் கால்நடைத் தோலின் குறுக்குத் தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் மயிர் நுண்குமிழிலிருந்து வளர்கிறது. மயிரின் வேர் முண்டு ஒரு சிறிய கிண்ணத்தில் அமைந்துள்ளது. மயிர் வளர்கையில் நுண்குமிழ் ஒரு சிறிய குருதிக் குழாய் மூலமாக ஊட்டச் சத்தைப் பெறுகிறது. இந்நுண்குமிழில் உள்ள புரதங்கள் மயிரின் வேரில் செல்களாகச் சேருகின்றன. மயிர் வளருகையில் இச்செல்கள் புறப்பரப்பை நோக்கி நகருகின்றன. மயிரின் புறப்பரப்பு புரதப் பொருள்களாலானது. இவ்வகையில் முதன்மையானது கெரோட்டின் என்னும் கந்தகப் புரதம் ஆகும். தோலின் புறப்பரப்புப் பகுதி புறத்தோல் (epidermis) எனப்படுகிறது. மிகக் கடினமாகவும், வினைத்திறனற்றும் உள்ள இப்பகுதி எப்போதும் செதில் செதிலாக வெளிவர ஆயத்தமாக இருக்கும். புறத்தோலின் அடிப்பகுதியில் செல்கள் புதிதாக உருவாகிக் கொண்டே வெளியே வருகின்றன. தோல் மெழுகுச் சுரப்பியிலிருந்து (sebaeious gland) ஒரு குழாய், மயிர் நுண் குமிழின் நடுப்பகுதியில் இணைகிறது. இச்சுரப்பிகள் எண்ணெயைச் சுரந்து மயிருக்கும் தோலின் புறப்பரப்புக்கும் அனுப்புகின்றன.

மென்மயிர் அடர்த்தியாகவுள்ள விலங்கினங்களின் தோல்களில் இச்சுரப்பிகள் முதன்மையானவை; ஏனெனில், இங்கு ஒவ்வொரு தனி முடியும் உயவிடப்பட வேண்டும். உடலின் வெப்பநிலையைத் தக்கவாறு நிலைநிறுத்தலும் இச்சுரப்பிகளின் பணியாகும். வேர்வைச் சுரப்பிகள் நீரையும் தேவையற்ற உடல் கழிவுகனையும் தோலின் நுண்துளைகள் வழியாக வெளியேற்றுகின்றன. வேர்வையிலிருந்து நீர் ஆவியாகி உடல் வெப்பநிலையைத் தணிக்கிறது. உயிரினங்களில் வெப்பம் இடைவிடாது உருவாகிறது. இம்மிகை வெப்பம் சிதறடிக்கப்பட வேண்டும். எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளிலிருந்தும், வேர்வைச் சுரப்பிகளிலிருந்தும் சுரத்தல் வீதம் ஏற்றல் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு உடல் வெப்பநிலை குறுகிய வரம்பில் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

தோலின் பரப்புக்கு அருகே இழை அமைப்பு மயிர் நுண்குமிழ்களின் சாய்வுக்குத் தொடர்பானதொரு பாணியைப் பெற்றுள்ளது. இப்பரப்பில் இழையமைப்பு சன்னமாக உள்ளது. மயிர்க்காலுக்கு அடிப்பகுதியில் அமைப்பு ஒழுங்கற்றதாகவும், நெருக்கமாகவும், சிடுக்காகவும் உள்ளது. தோலின் உள்ளுறை அடுக்குகளில் இழைகள் இணையாகவும், கிடக்கையாகவும் அமைந்து உள்ளன. தோலின் இழைகள் கொல்லாஜன் என்னும் புரதத்திலானவை. இவ்விழைகளின் வடிவமைப்பும் யாப்பும் (texture) தோலுக்குத் தனித்தன்மையை அளிக்கின்றன.

கொல்லாஜன் மட்டுமன்றித் தோலின் இயைபில் எலாஸ்டின் (elastin) என்னும் இழையின் வலையமைவும் உள்ளது. எலாஸ்டின் வேதி வினைத்திறன் அற்ற புரதமாகும். HCl அமிலத்தில் தோலை மீள் கொதிப்புச் செய்தால் தோலின் உட்கூறுகள் யாவும் சிதைந்து எலாஸ்டின் மட்டும் எஞ்சி நிற்கும். அடர் அமில ஊடகத்தில்கூட, எலாஸ்டின் வலையமைவில் போதுமான அளவு மின்னேற்றம் தோற்றுவிக்கப்படுவதில்லையாதலால், எலாஸ்டின் கரைவதில்லை.

தோலுடன் தொடர்புடைய பல தசைகளுள் விறைப்புத் தசை (erector pili muscle) முதன்மையானது. இது மயிர் நுண்குமிழின் வாயிலிருந்து சற்றே சரிந்து கீழ் நோக்கிச் செல்கிறது. விலங்கில் இத்தசை பேரிடர் நேரும்போது மயிர் விறைப்பாக நிற்பதற்கும், பாதுகாப்பு அளிப்பதற்கும்

உதவுகிறது. இத்தசை சற்று இழுக்கப்படுவதால் எண்ணெய்ச் சுரப்பியிலிருந்து கூடுதலாக வெளி வருகிறது. இத்தசையாலேயே மிகு குளிரில் பருக்கள் தோன்றும். தோலின் பரப்புக்கு இணையாகத் தோளிலிருந்து பின் கால்கள் வரை மற்றொரு தசை இயங்குகிறது. தோல் தயாரிப்பில் தசைகள் தேவையற்றவை.

கொல்லாஜன் கற்றைகளுக்கு இடைப்பட்ட இடங்களில் கொழுப்பு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. தோலின் பண்புகளான வெப்ப நிலைப்பு, மயிர் உயவிடல் ஆகிய உடலியக்கவியல் பணிகளைச் செய்வன, உணவைச் சேமிப்பன எனத் தோல்களில் வீழ்படியும் கொழுப்புகள் இருவகைப்படும்.

வசந்த காலத்தில் விலங்கு மென்மயிரை விடுத்து, புதிதாக வளர்த்துக் கொள்ளும். இம்மாற்றம் அவ்விலங்கின் தோலைச் சீர்செய்யும்போது இயல்பு வேறுபாடுகளை வெளிப்படுத்துகிறது. தோலில் தமனிகளும் சிரைகளும் மிகுந்துள்ளன. தமனிகள் சிரைகளைவிடக் குருதி அழுத்தத்தைத் தாங்கவல்லன. தமனிகளின் உட்சுவர் ஒரு மெல்லிய கொழுப்பு அடுக்கினால் பூசப்பட்டிருக்கும்.

விலங்கின் வாழ்க்கை, பழக்க வழக்கம், ஆண்டின் பருவம், விலங்கின் வயது, பாலினம், வளர்ப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துத் தோல்களின் அமைப்பு இருக்கும். கால்நடைகளின் தோல்கள் கடினத் தோலாகவும் (hide), ஆடு, செம்மறியாடு, கன்றுக்குட்டி ஆகியவற்றின் தோல்கள் மென் தோலாகவும் (skin) குறிப்பிடப்படுகின்றன.

கால்நடைத் தோல். கால்நடைகளுக்கு மயிரிலிருந்தும் கனமான தோலிலிருந்தும் பாதுகாப்புக் கிட்டுகிறது. வயிற்றுப் பகுதிகளைவிட முதுகுப் பகுதிகளில் தோலின் இழை கனமாகவும், மயிர் நீண்டதாகவும் விளங்கும். கால்நடைகளைப் பால் தருவதற்காக வளர்க்கப்படுபவை என்றும், இறைச்சிக்காக வளர்க்கப்படுபவை என்றும் பகுக்கலாம். இறைச்சி வகைக் கால்நடைகளின் தோலில் பெருத்த கொழுப்புச் சேமிப்பு ஏற்பட்டு, அதன் விளைவாக இழை ஒருங்கிணைதலில் மாற்றம் நிகழ்கிறது. மாறாக, பால் பண்ணைக் கால்நடைகளின் தோல் குறைந்த கொழுப்பு அடக்கமும், பரப்பளவும் கொண்டது. கன்றுக்குட்டித் தோல், கூடுதலான சன்னத்தன்மை பெற்றிருக்கும்.

ஆட்டுத்தோல் ஆட்டுக்குப் பாதுகாப்புத் தருவதைவிடக் கம்பளி வளர்ச்சிக்காகவே மிகுதியும் பயன்படுகிறது. ஆட்டுத் தோலின் குறுக்குத் தோற்றத்தில் கொழுப்புச் செல்கள் மிகுந்துள்ளமை கம்பளி இழைகளை உயவிடுவதற்கே ஆகும்.ஆட்டுத்தோல் மிகுதியான நுண்துளையும், குறுகிய அமைப்புமுடையது. மேலும் மயிர்க்காலில் சுரப்பிகளின் செறிவு மிகுந்துள்ளமையால் இத்தோல் வலிவிழந் திருக்கிறது. செம்மறியாட்டுத் தோல் ஆட்டுத் தோலைவிட இழை நெருக்கம் கொண்டது. இத்தன்மை காலணி, கையுறை ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பயனாகிறது.

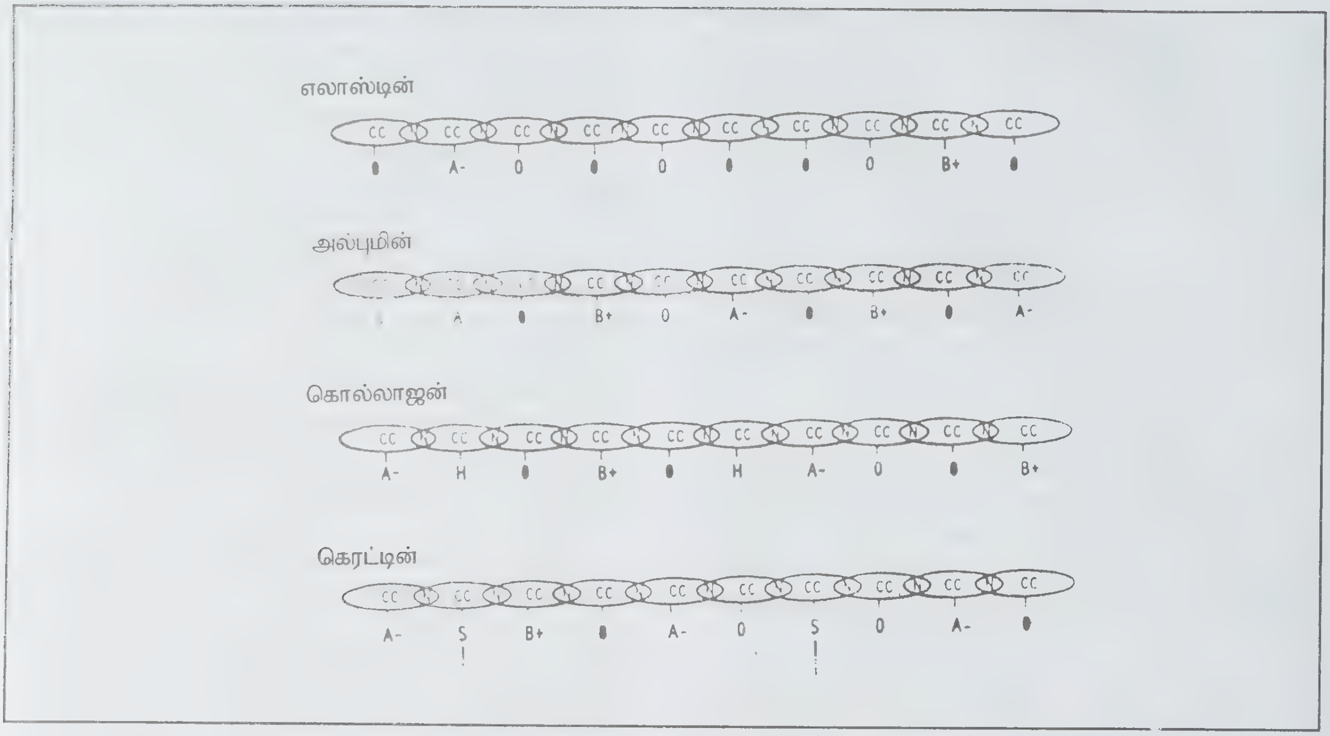
பன்றித் தோலின் அடியில் ஒரு கொழுப்பு அடுக்கு உள்ளது. பன்றியின் தோலில் மயிர் மிகக் குறைவாகவும், விறைப்பாகவும், சிறு சிறு கொத்தாகவும் உள்ளது. மயிர் நுண்குமிழின் அடிப்பகுதி தோலின் உட்பகுதிக்கு மிக அருகில் உள்ளது. இதன் விளைவாகப் பன்றித்தோல் நுண்துளை மிகுந்து காணப்படுகிறது.

குதிரையின் முன்பக்கத் தோல் லேசாகவும், செம்மறியாட்டுத் தோல் போன்றும் உள்ளது. பின்பகுதியில் காணப்படும் அடர்ந்த அமைப்பு உயர் வகைத் தோல் (cardovan leather) தயாரிக்கப் பயனாகிறது. தட்ப வெப்பத்திற்குத் தகுந்தாற்போல் ஊர்வனவற்றின் உடல் வெப்பநிலை மாறக் கூடுமாதலால் அவற்றின் தோலில் முடியும், கொழுப்புச் சுரப்பிகளும் இரா. ஆனால் செதில்கள் முடியின் பணியைச் செய்கின்றன.

வேதி இயைபு. புதிய கால்நடைத் தோல்கள் பிற உயிரியல் பொருள்களைப் போன்றே 65-70% நீர், 30-35% உலர்ந்த கரிமப் பொருள், 1%க்கும் குறைவாகச் சாம்பல் என்னும் இயைபு கொண்டுள்ளன. கரிமப் பொருள் நார்வகைப் புரதங்களான கொல்லாஜன், கெரோட்டின், எலாஸ்டின் மற்றும் ரெடிகுலினின் கலவையாகும். சாம்பலின் உட்கூறுகள் செறிவுச் சரிவு வரிசையில் பாஸ்ஃபரஸ், பொட்டாசியம், சோடியம், ஆர்செனிக், மக்னீசியம், கால்சியம் ஆகும்.

கொல்லாஜன் தோலின் முதன்மைப் புரதமாகும். பதனிடல் வழிமுறையின் நோக்கங்களில் ஒன்று கொல்லாஜனைத் தூய்மையாக்குதலாகும். பல முதன்மைப் பெறாத பயனற்ற புரதங்களைத் தோலிலிருந்து நீக்காவிட்டால் விளைவாகும் தோல் மென்மையும், நெகிழ்வையும் பெற்றிராது. உட்தோல் (corium) முழுதும் கொல்லாஜனாகும். விலங்கின உலகில் மிகுந்து கிடக்கும் இப்புரதம் தனித்தன்மை கொண்ட (அமினோ அமில) இயைபுடைத்தது. பண்படா மற்றும் பதனிடப்பட்ட தோலின் வலிவுக்கும் கிழியாத இயல்புக்கும் கொல்லாஜனே காரணமாகும். இணைப்புத் திசுவின் முதன்மைக் கூறான கொல்லாஜனின் அமைப்பு விலங்கின வயது கூடக்கூட மாறிக்கொண்டே வருகிறது. கொல்லாஜனின் அமைப்பும் செயல்பாடும் பற்றிப் பல விளக்கவுரைகள் எழுதப்பட்டுள்ளன. கொல்லாஜன் வீரிய மிக்க அமிலங்களாலும், காரங்களாலும், கரைக்கப்படுகிறது.

முன்பே குறிப்பிட்டது போல், மயிரில் இடம் பெறும் ஒரே புரதம் கெரோட்டினாகும். தோலில் கொல்லாஜனுக்கு அடுத்தாற்போல் மிகுந்த புரதம் இதுவே. விலங்கின் வயது, ஆண்டின் பருவம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து 6-10% என்னும் வரம்பில் மொத்த புரதத்தில் கெரோட்டின் விழுக்காடு உள்ளது. தோல் தயாரிப்பில் முதல் கட்டம் கெரோட்டின் அகற்றமாகும்.



படம் 2. தோல் புரதங்களின் அமினோ அமில இயைபு

மிகச் சிறிய அளவில் மற்றச் சில புரதங்களும் தோலில் உள்ளன. மையோசின் என்னும் தசைப் புரதம் விறைப்புத் தசையில் உள்ளது. பல்வகை அல்புமின்கள், குளோபுலின்கள், சளிப் புரதங்கள் (mucoproteins) ஆகியனவும் இடம்பெறுகின்றன. மயிர்க்கால் பகுதியில் உள்ள எலாஸ்டின் கொல்லாஜனுக்கு அடுத்த முதல்நிலைப் புரதமாகும்.

இவ்விணைப்புத் திசு மீட்சித் தன்மை கொண்டது. வெப்பநிலை உயர்வாலோ, புரதம்பிரி நொதிகளாலோ (proteolytic enzymes) நிலையிறக்கம் அடையாத ஒரு சில புரதங்களுள் எலாஸ்டினும் ஒன்றாகும். உட்தோலில் எலாஸ்டின் இல்லை.

தோலில் கணிசமான அளவில் இடம்பெறும் புரதங்களின் அமினோ அமிலக் கூறுகள் அட்டவணை 1 இலும் வடிவமைப்பு சுருக்க விளக்கப் படம் 2 இலும் தெளிவாக்கப்பட்டுள்ளன.

புரதங்களுக்கு அடுத்தாற்போல் கொழுப்புப் பொருள்கள் தோலின் இயைபில் முதன்மை பெறுகின்றன. உலர்ந்த நிலையில் தோலின் மயிர்க்கால் பகுதியில் 9% கொழுப்பு அமிலம், பாஸ்ஃபரஸ் கொண்ட கொழுப்பு ஆகியன உள்ளன. கொழுப்பில் பெரும் பகுதி எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளில் இடம் பெறும். உட்தோல் பகுதியின் கொழுப்பு அடக்கம் 1-11% வரம்பிலுள்ளது. இவ்விழுக்காடு விலங்கின் வயது, உணவுப் பழக்கம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது.

மிகச் சிறிதளவு மாவுப்பொருளும் தோலில் உள்ளது. எலாஸ்டின் இழைகளுக்கு இடையே உயவுப் பொருளாகச் சளிவகைப் பாலி சாக்கரைடுகள் செயலாற்றுகின்றன. தோலின் புரத வேதி இயைபைத் தெளிவாக அறிவதற்கு எக்ஸ் கதிர்ச் சிதறல் விவரங்களும், எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியும் பயன்படுகின்றன. முள்கம்பி வலையமைவு போன்ற தோற்றம் தென்படுகிறது.

பருத்தல் (swelling). பருத்தல் தோலின் அளவு, வடிவம் தரம் யாவற்றையும் பாதிக்கிறது. தோலை HCl அமிலத்தில் அமிழ்த்தினால் தோலினுள் ஊடுருவித் தோலைப் பருக்கச் செய்கிறது. கொல்லாஜன் புரதம் முழுமையாக அமிலத்தால் சூழப்படும்போது சவ்வூடு பரவலழுத்தம் 450 வளிமண்டல அழுத்தம் வரை உயருகிறது. பருத்தல் நிகழ்ச்சியின் தொடர்ச்சியாகப் புரத நீராற்பகுப்பு நிகழ்ந்து தோல் சிதைவுறும். புரதத்தின் அமிலம், காரம் ஆகிய இரு வகைத் தொகுதிகளும் மிகுந்துள்ளமையால், NaOH உம் உறிஞ்சப்படலாம்.

HCl அமிலத்துடன் உப்புக் கரைசலையும் தோலிலிட்டால், சவ்வூடு பரவலில் பெருத்த மாற்றம் தோன்றுகிறது. HCl மட்டும் புகுத்தப்படும்போது குளோரைடு அயனி புரதத்துடன் இணைந்து ஜெலாட்டின் குளோரைடை உருவாக்குகிறது. நீரில் HCl செறிவு குறைந்து, சவ்வூடு பரவலழுத்தம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. NaCl உம் தோலினுள் விரவல் அடைகிறது. H+ அயனியைப் போல் Na^+ அயனி தோல் புரதத்துடன் நெருங்கி அணைவதில்லையாதலால், இச்சூழ்நிலையில் (H^+) நீரிலுள்ளதைவிடத் தோல் ஜெலாட்டின் நிலைமையில் குறைவாகவும், cl^- மாறுபட்ட சரிவிலும் உள்ளமையால் மொத்த அயனிச் செறிவு இரு புறமும் ஓரளவு சமமாக இருக்கும். சவ்வூடு பரவல் மிகக் குறைவாகவே நிகழும். உப்பின் முன்னிலையில் தோல் அமிலத்தை உறிஞ்சிப் பருப்பதில்லையாதலால், தோலை உப்பிட்டுப் பாதுகாக்கும்போது அமில நுழைவு தடுக்கப்படுகிறது.

பருத்தலை ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவின் சார்பலனாகக் குறிப்பிடுவது தோல் சீர்செய்தல் முறைகளில் பெரிதும் உதவும். தோல் புரதத்தின் மின்சுமை மாய் நிலையில் (isoelectric point) பருத்தல் மிகக் குறைவாக நிகழ்கிறது. இந்த pH= 5 க்கு மேலும் கீழும் பருத்தல் கணிசமாக நிகழ்கிறது. pH=3 என்னும் நிலையில் புரதத்தின் கார்பாக்சிலிக் தொகுதிகள் முழுமையாக அயனியாகின்றன. சவ்வூடு பரவல் விசை பெரும மதிப்பை எட்டுகிறது. pH《3 எனின், மிகையான அமிலம் தோலினுள் புகாது நீரில் நின்றுவிடுகிறது. இதன் விளைவாகச் சவ்வூடு பரவல் எதிர்க்கப்படுகிறது. மின்சுமைமாய் நிலைக்கு மேற்பட்ட pH மதிப்புகளில் pH=10 வரை பருத்தல் மிகக் குறைவாகவே நிகழ்கிறது. இந்த pH வரம்பில் தான் தோல் கசடகற்றம் (bating) நடத்தப்படுகிறது. pH=10 முதல் pH=12 வரை OH^- அயனிகள் பெரிய அளவில் உறிஞ்சப்பட்டுப் பருத்தல் விரைவாக நிகழ்கிறது. சுண்ணாம்பிடல் கட்டத்தில் இந்நிகழ்ச்சி பயன்படுகிறது.

சுண்ணாம்பும் கசடும் அகற்றப்பட்டபின் தோலின் pH மதிப்பு 6-9 வரம்புக்குள் அமைகிறது. தோலின் உட்பகுதியில் சுண்ணாம்பு உள்ளதா என அறிவதற்கு, தோலில் கத்தியால் ஒரு கீறல் ஏற்படுத்தி, அக்கீறலில் ∴பினாப்தலீனை ஊற்றி ஊதா நிறம் தோன்றுகிறதா எனப் பார்க்க வேண்டும். பக்கத் தோலிலும் (side leather) காலணித் தோலிலும் உட்பகுதியில் சுண்ணக்கீற்று (lime streak) இருக்கும். இதன் விளைவாகத் தோலின் உட்பகுதிக்கும் வெளிப்பகுதிக்கும் இடையே பருத்தல் வேறுபாடு தோன்றும். இதன் தொடர்பாக மயிர்க்கால் பகுதி இழைகள் உருக்குலைகின்றன. pH மாறும் பகுதியில் அகத் தகைவு ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

தோல் அமைப்புக் குறைபாடுகள். உயிருள்ள விலங்கினத்திலிருந்து சந்தையில் விற்பனைக்கு வரும் சீர்செய்யப்பட்ட தோல் வரை எந்தக் கட்டத்திலும் தோலின் அமைப்பில் குறைபாடுகள் புகுத்தப்படலாம். விலங்கின் உடலிலிருந்து தோலை உரித்தல், பாதுகாத்தல், பதனிடு

அட்டவணை 1

தோல் புரதங்களின் அமினோ அமில அடக்கம் (விழுக்காடு)

பாகக்கின் பெயர் → / அமினோ அமிலங்கள்	(கொல்லாஜன்) ஊன் புரதம்	(எலாஸ்டின்) இழுபடு புரதம்	(கெரோட்டின்) முடிப் புரதம்	அல்புமின்
மின்முனைவற்ற வகை				
கிளைசீன்	20	22	5	2
அலனின்	8	15	3	6
வாலைன்	3	12	5	6
லூசின	5	10	7	12
மற்றவை	4	15	7	9
மொத்தம்	40	74	27	35
அமில வகை				
அஸ்பார்டிக் அமிலம்	6	0.5	7	11
குளுட்டமிக் அமிலம்	10	2.5	15	17
மொத்தம்	16	3.00	22	28
கார வகை				
ஆர்கைனின்	8	1	10	6
லைசைன்	4	0.5	3	13
மற்றவை	2	0.5	1	14
மொத்தம்	14	2	14	33
மற்ற வகைகள்				
செரைன்	2	1	8	4
சிஸ்டைன்	-	-	14	-
புரோலீன்-ஹைட்ராக்சி புரலீன்	25	15	6	5
மற்றவை	3	5	9	5
மொத்தம்	30	21	37	14

கட்டத்தில் வெப்பத்தையும் வேதிப் பொருள்களையும் பயன்படுத்துதல் ஆகியவற்றால் தோலின் அமைப்பு சீர்குலைய வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. முள் கம்பிகளிலோ, முள்வேலிகளிலோ உரசுவதாலோ தார்க்குச்சியால் குத்தப்படுவதாலோ நிலைத்த வடு தோன்றக்கூடும். சில கால்நடைகளுக்கு அடையாளக் குறி இடுவதற்காகச் சூடு போடப்படுவதாலும் தோலில் பாதிப்பு ஏற்படும். சில தோல் நோய்களும் தழும்பை விட்டுச் செல்லும். உண்ணிகளும் தோலைச் சிதைக்கும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல்கள். Thomas C. Thorstenson, *Practical Leather Techonology*, Third Edition Robert E. Kreiger Pvt. Co., Florida, 1985; Michael B. Bever, *Encyclopedia of Materials Science and Engineering*, Vol.4, Pergamon Press, New York, 1986.

தோல் உரித்தல்

விலங்கின் தோலை உடலிலிருந்து பிரித்தலே தோல் உரித்தல் ஆகும். விலங்கின் மூச்சுக்குழல் அல்லது இணைச் சிரையை அறுத்தோ, தலையில் தடியால் அடித்தோ நெற்றிப் பொட்டில் துப்பாக்கியால் சுட்டோ கொன்றபின்பு குருதி முழுவதையும் வடித்துவிட்டு உரித்தல் தொடங்கப்படுகிறது. விலங்கின் கண்களைத் தொடும்போது எந்தச் சலனமும் தோன்றவில்லையெனில் அவ்விலங்கு இறந்துவிட்டதாகக் கருதவேண்டும்.

விலங்கின் உடலைத் தொங்கவிட்டோ, ஒரு தொட்டில் அல்லது தரையில் முதுகுப் பகுதி பதிந்திருக்குமாறு பள்ளத்தில் இருத்தியோ தோலை உரிக்கத் தொடங்கலாம். இங்குப் பயன்படும் தொட்டில்கள் 120 x 60 செ.மீ. அகலம் கொண்டவை; கனமான எ·.கு தகடுகளாலானவை. இத்தொட்டிலைத் தரையில் பொருத்தி, அரிமான முறாமலிருக்க மெழுகு அல்லது நெகிழிப் (plastic) பூச்சு அளிக்கலாம். விலங்கின் உடலை உரிப்பவர் தலைக்குச் சற்று மேலே இருத்தல் நல்லது. தோலை உரிக்கும் முறை விலங்கினம் கொல்லப்பட்ட விதத்தைப் பொறுத்ததாகும். கத்தியினால் கொல்லப்பட்டிருந்தால், காயப் பகுதியிலிருந்து தலை, கழுத்து, மார்பு, வயிற்றுப்பகுதி வழியாக வால் பகுதி வரை கூரிய கத்தியினால் கீறிவிட வேண்டும். கொல்வதற்காகத் தொண்டையில் செய்யப்பட்ட காயத்திலிருந்து கொம்புகளின் அடிப்பகுதி வரை தொடர்ந்து வெட்ட வேண்டும். காதுப் பகுதிப் பாதிக்கப்படக்கூடாது. இவ்வெட்டில் விலங்கின் பிறப்பு உறுப்பு மலக்குழாய் ஆகியன நீக்கப்படும்.

விலங்கு சுடப்பட்டு இறந்திருந்தால், தொண்டைக் குழியிலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும் வெட்டு மேற்குறித்தவாறே அமையும். மேல்நோக்கிச் செல்லும் வெட்டு கீழ்த்தாடையில் தொடங்கி, தாடைக் கோணல்களைக் கடந்து மூக்குத் துளைகளுக்கும் (nostrils) கண்களுக்கும் இடைப்பட்ட பகுதி வழியாகக் கொம்பின் அடிப்பகுதியை அடைகிறது. பின்பு, கொம்புகளைச் சுற்றித் தலையின் உச்சிப் பகுதிக்குச் செல்கிறது. மூக்குத் துளைகளிலிருந்து இரண்டு இணைப்பு வெட்டுகளும் செய்யப்படுகின்றன. இங்கு காதுகள் தலையில் விட்டுவைக்கப்படுவதும் உண்டு; வெட்டி நீக்கப்படுவதும் உண்டு.

அடுத்து, தோலை எளிதாக உரிக்க, மேற்கூறிய அடிவயிற்றின் நடுக்கோட்டு வழியே செல்லும் நீளப்போக்கு வெட்டையேயன்றி, வேறு சில குறுக்கு வெட்டுகளும் தேவை. முன்னங்கால்கள் இரண்டிலிருந்தும் தொடங்கி நடுக்கோட்டு வெட்டில் சந்திக்கும்படி இரண்டு குறுக்குவெட்டுகளும் செய்யப்பட வேண்டும். பின்னங்கால் பக்கமும் இரண்டு வெட்டுகள் தேவை. பின் பக்கக் குறுக்கு வெட்டுகள் விதைப்பை (விலங்கு காளையானால்) அல்லது பால்மடிக்கும் (விலங்கு கடேரியாசினால்) மலக்குழாய்க்கும் இடையில் சந்தித்தால், உரிக்கப்பட்ட தோல் பயன்மிக்க சதுர வடிவில் அமையும்.

தலைப்பகுதித் தோலின் விற்பனை குறைவாக உள்ளமையால் அது பிற உடல்பகுதித் தோலிருந்து துண்டிக்கப்பட்டு அகற்றப்படுகிறது. மேலும், தலைப்பகுதித் தோல் தசையுடன் நன்கு ஒட்டுக்கொண்டுள்ளமையால் அகற்றுதல் எளிதன்று; உயர்த்தி உரித்தல் (hoist flaying) என்னும் உத்தியில் தலைத் தோலும் உரிக்கப்படும் பயனுள்ள பகுதியாகிறது.

உடலிலிருந்து தோலை உரித்தலில் மார்பின் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து கழுத்துவரை வெட்டித் தொடங்கப்படுகிறது. பின்பு அங்கிருந்து தொப்புள் வரை வெட்டு நீட்டப்படுகிறது. தோலை உரிக்கும்போது இணைப்புத் திசுக்களை மட்டும் வெட்டிப் பிரிக்க வேண்டும். உரிக்கப்படும் தோலுடன் கொழுப்புப் பொருளோ தசையோ உடன் வராமல் இயன்றவரை பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். தரையில் அமர்த்தி உரித்தலில் (floor flaying) உடலுக்கு ஒரே புறமுள்ள முன்-பின் கால்கள் ஒன்றோடொன்று நெருக்கிப் பிணைக்கப்படுகின்றன. தோள்பகுதித் தோல் கத்தியினாலோ கையினால் இழுக்கப்பட்டோ உரிக்கப்படுகிறது. இருபக்கங்களிலும் உரிப்பதற்கு முன் கணுக்காலிலிருந்து (foreshank) தொடங்கித் தொப்புள் வரை பிரிக்க வேண்டும். தோலை வெளிப்புறமாக இழுத்தால் எளிதில் உரிக்கலாம். விலா எலும்புகளுக்கு மேல்பகுதியிலுள்ள சிவப்பு இறைச்சி, தோலுடன் சேர்ந்து வெளிவராமல் உரித்தல் பட்டறிவு மிக்கோருக்கு மிகவும் எளிதான செயலாகும். இந்த முதல் கட்ட உரித்தல் வேலை சரியாக அமைவதும், அமையாததும் முறையே படங்கள் 1இலும், 2இலும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

விலங்கின் உடல் தரையில் படுக்கை வாட்டத்தில் கிடத்தப்பட்டிருக்கும் வரை உரித்தலைத் தொடர முடியாது. இரண்டாம் கட்டத்தில் விலங்கின் உடல் சற்றே உயரத்தில் தொங்கவிடப்பட்டுத் தோலுரிக்கப்படுகிறது. தொட்டிலாக இருந்தால் உடல் ஒரு புறமாக உருட்டப்படுவதற்கு இடவசதி இருக்க வேண்டும். சமதள மேடைகூடக் கிட்டாத பகுதிகளில் சுள்ளி கீற்று / வைக்கோல் படுக்கை மீது கிடத்தி உரித்தால் தோலையும், இறைச்சியையும் அழுக்காகாமல் பாதுகாக்கலாம்.

தாங்கு தடிகளால் (gambrel) உடலைத் தாங்கி, பின் காலையும் கட்டி மேலே உள்ள தடிகளிலிருந்து தொங்கவிட வேண்டும். இந்நிலையில் வாலை ஒட்டிய எலும்புப் பகுதி உறுதியாய்ப் பிடித்து இருத்தப்படுகிறது. இதனால் வால்பகுதித் தோலை எளிதாக உரிக்கலாம். நீண்ட வால் பகுதியை இறுக்கிப் பிடித்துக் கீழ்ப்புறமாக இழுத்து இதைச்

படம் 1, 2

செய்யலாம். இதன் விளைவாக வால் பிடிப்பிக் கொக்கி வாலின் அடிப்பகுதிக்கு அருகில் நிலை கொள்கிறது. இப்போது உடல், தாங்கு அமைப்பின் உச்சிக்குப் பல்சக்கரங்களால் உயர்த்தப்பட வேண்டும். இந்நிலையில் விலங்கின் முதுகுப் பகுதித் தோல் எளிதாக அகற்றப்படுகிறது.

ஒட்டகத்தைப் போன்று திமில் வெளிப்படையாகத் தெரியும் விலங்குகளுக்கு இத்தோலுரித்தலை அப்பகுதியில் கத்தி படாதவாறு செய்தல் வேண்டும். ஏனெனில், இப்பகுதித் தோல் விலையுயர்ந்தது. தோல் முழுமையும் அகற்றப்பட்ட பின்பு

தலை தனியே துண்டிக்கப்படுகிறது.

தானாக இறந்த விலங்கினங்களின் தோலை உரித்தல். பட்டினியாலோ, நோயினாலோ, வறட்சியினாலோ, மூப்பினாலோ இறந்த விலங்கினங்களிலிருந்து தோலை உரித்தல் மிகக் கடினமாகும். அவ்விலங்கு இறந்து கிடக்கும் இடத்தில் தோல் உரிப்பதற்கேற்ற வசதி அமையா திருக்கலாம். இவற்றின் இறைச்சி உண்ணத்தகாதது. ஆதலால், இவ்விறைச்சியையும் எலும்பையும் உரமாகப் பயன்படுத்தலாம். தானாக இறந்த விலங்கின் தோலும் தரம் குறைந்ததே. சரியான கத்திகளைப் பயன்படுத்தாமையாலும், உடலிலிருந்து குருதி வடிக்கப்படாமையாலும் அறிவியல் அடிப்படையில் உரித்தல் நிகழாது. குறிப்பாக, விழுந்து கிடக்கும் விலங்கின் அடிப்பகுதி மண்ணில் புதைந்து, கறைபட்டு, நிறம் வெளுத்திருக்கும். மேலும், குருதிக் குழாய்களில் உறைந்துவிட்ட குருதியினால் அழுகிடும் வாய்ப்பும் உண்டு. தோலடித் திசுக்கள் கடினமாக உள்ளமையால், வெட்டுக் காயங்கள் மிகுதியாகும். நோய், பட்டினி ஆகியவற்றினால் மெலிந்த விலங்கின் தோல் மிக மெலிந்து, ஊட்டமின்றிப் பார்ப்பதற்கு அருவெறுப்பாகவும் இருக்கும். பொதுவாக, இவ்வகை விலங்கு தோல் உரிக்கும் நிலையங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டாலும், உரித்தல் முறைகளில் மாறுதல் இராது.

சுத்தியால் அடித்து உரித்தல். உருண்ட மர அல்லது பித்தளை முனை கொண்ட சுத்தியால் (biffing) அடித்தும் தோலை உரிக்கலாம். ஆனால் இம்முறையைப் பெரும்பாலும் தோல் உரிப்போர் விரும்புவதில்லை. இம்முறையிலுள்ள மிகப்பெரிய வசதி கத்தி வெட்டுகளுக்கான வாய்ப்பு அறவே இல்லாமையே. இங்கும் தோலைக் கிழித்தே உரிக்க வேண்டும். வயிற்றுப் பகுதியும், கால்களின் அடிப்பகுதியும் கத்தியைக் கொண்டே கீறப்பட வேண்டும். அனைத்துக்கும் மேலாக, சுத்தியைப் பயன்படுத்தும்போது தோல் உரிப்பவர் கூடுதல் முயற்சி எடுக்க வேண்டியுள்ளது. சுத்தியில் அடி மிகவும் பலமாக விழுந்தால் இழைகள் பிளவுற்று, தோலின் மேனிப் பக்கம் கெடும். கத்தி வெட்டுத் தடயம் இராத, சுத்தியினால் அடித்துப் பிரிக்கப்பட்ட தோல்கள் உயர் விலை மதிப்புப் பெறும்.

எந்திர வகைத் தோலுரித்தல். மின் விசையினாலோ, அழுத்த நிலைக் காற்றினாலோ இயக்கப்படும் ஓர் அமைப்பைக் கொண்டு தோல் உரித்தல் பெரிய வெட்டு நிலையங்களிலும், இறைச்சிப் பதனிடும் கூடங்களிலும் இப்போது காணப்படுகிறது. இவ்வழிமுறையினால் சரியாக உரிக்கப்பட்ட தோல்களும் பழுதடையாத இறைச்சிப் பரப்புகளும் கிடைக்கின்றன. கையினால் உரிக்கும் முறையில் நன்கு தேர்ச்சியுற்ற ஒருவர் உரிப்பதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தில் பாதி நேரமே; ஓரளவே தேர்ச்சியுற்ற ஒருவர் எந்திரவழித் தோலுரித்தலுக்கு எடுத்துக் கொள்கிறார். பெருத்த அளவில் தோல்களைத் தயாரிக்கும் நாடுகளுக்கு எந்திர முறை சிறந்தது. இங்குக் கத்தி சுழலும் வகையாகவோ ஆடும் வகையாகவோ இருக்கக்கூடும்.

இந்தியா போன்ற வெப்பமிகு நாடுகளில் பதப்படுத்துவதற்கு முன்பாகத் தோலை நீண்டகாலம் சேமித்து வைத்தல் கூடாது. இச்சூழ்நிலையில் எந்திரவழித் தோலுரித்தல் தோலை விரைவாகப் பதனிடு அமைப்புகளுக்கு அனுப்புவதற்கு உதவுகிறது. எந்திர வகைத் தோலுரித்தலைக் கற்றுக்கொள்வதும் எளிதாகும். சில எந்திரங்களைக் கொண்டு சட்டையைக் கழற்றுவதுபோல் தோலை உரித்தல் கூடும். ஆடாக இருந்தால் மணிக்கு 200உம் மாடாக இருந்தால் மணிக்கு 60உம் உரிக்க இயலும். பன்றிகளின் திறத்தில் எந்திர வழித் தோலுரித்தல் பயன்மிக்கதாகும்.

ஆடு அல்லது செம்மறியாட்டு வகையில் காற்றூட்டத்தைக் கொண்டு (inflation) தோலுரித்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. ஆட்டின் உடலிலிருந்து குருதியை வெளியேற்றிய பின்பு பின் கால்களில் ஒன்றின் மூட்டின் (hock joint) அருகில் ஒரு சிறிய துளையிட்டு, துளையின் வழியே ஒரு சிறு குச்சியைப் புகுத்தி, தோலிலிருந்து இறைச்சியும், எலும்பும் அகலுமாறு செய்ய வேண்டும். உடனே அழுத்த நிலையிலுள்ள காற்றைப் புகுத்தி நிரப்ப வேண்டும். எவ்வாறாயினும் இக்காற்று மீண்டும் வெளியேறாதவாறு தடுத்தலும் தேவை. உடலின் பல்வேறு பகுதிகளை ஆங்காங்கே அமுக்கி, காற்று ஒரே சீராக நிரம்புவதற்கு வழிவகை செய்ய வேண்டும். காற்று நிரப்பப்பட்ட உடலைப் பின்கால்களைக் கட்டித் தொங்கவிட்டு, பின்வரும் வெட்டுகளை ஏற்படுத்த வேண்டும். இரு பின் கால்களிலும் முழங்கால், மூட்டுகளைச் சுற்றி ஒரு வட்டவடிவ வெட்டும் மடிக்கு அருகே ஒரு புள்ளி வரை மேற்கூறிய புள்ளியிலிருந்து ஒரு கோடு வெட்டும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. பின்பு உடல் தலையிலிருந்து துண்டிக்கப்படுகிறது.

உடலிலிருந்து தோலைப் பிரிப்பதற்கு, துளை வழியாக முதலில் விரல்களையும் பின்பு கையையும் புகுத்திச் தசையை விலக்க வேண்டும். கைகளினால் இதனைச் செய்ய இயலவில்லையெனில், கத்தியின் பிடிப்பகுதியால் செய்யலாம். மார்புவரை அகற்றப்பட்ட பின்பு, காலால் அழுத்திக் கொண்டு, இருகைகளாலும் தோலைச் சீராக ஓங்கி இழுக்க வேண்டும்.

முயல்களில் தோல் உரித்தல். நேபாளம் போன்ற சில நாடுகளில் தட்பவெப்பம் பொருத்தமாக உள்ளமையால் இறைச்சிக்காகவும், மென்மயிர்த் தோல்களுக்காகவும் முயல் வளர்ப்பு ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. முயலைக் கொன்று, குருதியை வெளியேற்றியபின் தோல் உரிக்கப்படுகிறது. பின் கால்களைப் பிடிப்பிகளில் தொங்கவிட்டுத் தலையைக் கொய்து, இரு முன் கால் ஓரப்பகுதிகளையும் வாலையும்

அகற்றி, பிடிப்பியில் தொங்கும் பின் கால்களைச் சுற்றி வெட்ட வேண்டும். பின் கால்களில் மலக்குழாயிலிருந்து கால் விரல்கள் வரை ஒரு கோடு வெட்டி, தோலைக் கைகளால் உருவி இழுக்க வேண்டும். வயிற்றுப் பகுதியில் வெட்டு உண்டாக்கி, வெட்டுக்கு ஒருபுறம் வயிற்றுப் பகுதியிலும் மறுபுறம் முதுகுப் பகுதியிலும் தோலை இரு கைகளாலும் நன்கு இறுக்கிப் பிடித்து, கீழ்நோக்கி இழுக்க வேண்டும். இதனால் முன் கால் பகுதி உள்ளிட்ட முழுத்தோல் உருவப்படுகிறது. சில முயல்களில், குறிப்பாக வயது முதிர்ந்தவற்றில், தோலுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் கொழுப்புத் திசுக்களை அகற்ற வேண்டிச் சிறப்பு உத்திகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். குருதி, அழுக்கு, சிறுநீர் ஆகியவற்றினால் மாசுறாது பாதுகாத்தால், தோலை நீரால் கழுவ வேண்டிய தேவை எழாது. கழுவுதல் தவிர்க்க முடியாததெனில், சோடியம் குளோரைடு 5%, சோப்பு 0.2%, தொற்றுநீக்கி 0.2% அடங்கிய கரைசலில் கழுவுதல் நலம். சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் 10% கரைசலில் சிறிது சமையல் உப்புச் சேர்த்து இக்கலவையில் கழுவலாம். சற்றே இழுத்துப் பிடிக்கப்பட்ட நிலையில் இத்தோலைத் தொங்கவிட்டு, தசைப்பகுதி காற்றோட்டத்தில் இருக்குமாறு உலர்த்த வேண்டும். தோலை விறைப்பாக நிறுத்துவதற்குச் சுருள் கம்பி கொண்ட தாங்கி பயன்படுகிறது. உலர்ந்த தோலை வயிற்றுப் பகுதியின் நடுவில் வெட்டித் திறக்க வேண்டும். வெட்டு, தசைப் பக்கம் இருந்தால் மென்மயிர்ப் பக்கம் (புறப்பரப்பு) செம்மையாக அமையும்.

சுறா மீன்களில் தோல் உரித்தல். செவிலிச் சுறா, நீலச்சுறா, புலிச்சுறா ஆகியவற்றின் தோல் கவின்மிகு பொருள்கள் (fancy goods) தயாரிக்கப் பயன்படும். திட்டமிட்டுப் பிடிப்பதாலோ, தற்செயலாகச் செவுள் வலையில் மாட்டுவதாலோ வங்காள தேசம் போன்ற நாடுகளில் சுறாமீன் தோலில் கவனம் கூடிவருகிறது. கைப்பை, காசுப்பை, இருப்புப் பட்டை ஆகியவற்றைத் தயாரிக்க இவை பயன்படுகின்றன.

பிடிக்கப்பட்ட சுறா மீனைக் கடற்கரையிலிருந்து மணலிலும் தரையிலும் இழுத்து வருதல் தவறான வழிமுறையாகும். மூன்றிலிருந்து நான்கு மீட்டர் நீளமுள்ள இரு கம்பிகளுக்கு இடையே 0.5 மீ. தொலைவுக்குப் பொருத்தப்பட்ட கயிற்றுக் கட்டிலின் மீது ஏறத்தாழ 250கி. நிறையுள்ள சுறாமீனைக் கிடத்தித் தூக்கிவர வேண்டும். ஏறக்குறைய 1.5 மீட்டருக்கும் மேற்பட்ட நீளம் கொண்ட சுறாக்களே தோல் தயாரிப்புக்கு ஏற்றவை. சிறிய சுறாக்கள் இறைச்சிக்கு மட்டுமே பயன்படுகின்றன. இத்தொட்டிலை 1மீ. உயரமுள்ள இரு சுவர்களின் மீது வைத்துத் தோலை உரிக்கலாம். சுறாவைக் கட்டிலின்மீது குப்புறப்படுக்க வைப்பதன் மூலம் இரு புறங்களையும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக உரிக்கலாம். உரிப்பதற்கு முன் இறகுகளை அகற்றி, அவற்றைத் தனியே விற்கலாம். மொத்த நிறையில் 45% உள்ள தசைப்பகுதியையும் பயன்படுத்தலாம்.

மாறாக, சுறா மீனின் மேல் தாடையை ஒரு உறுதியான கொக்கியில் மாட்டி, எஃகு அல்லது மரத்தாங்கியிலிருந்து உடல் தொங்குமாறு செய்து உரிக்கலாம். மரக்கிளையிலிருந்தும் தொங்கவிடலாம். இவ்வகைத் தாங்கி அமைப்புகள் இல்லையெனில், வயிற்றுப்பகுதி தரையில் படுமாறு கிடத்தி, ஒரு பக்கமாகப் புரண்டுவிடாமல் காத்துக் தோலை உரிக்கலாம்.

இறகுப் பகுதிகள் யாவற்றையும் வெட்டிக் களைந்த பிறகு முதுகுப் பகுதியின் நடுவில் இறகு நீக்கப்பட்ட இடத்தில் கத்தியால் கீறி முன்னும் (தலையைநோக்கி), பின்னும் (வாலை நோக்கி) இரு கோடுகள் கீற வேண்டும். பிறகு தலையைச் சுற்றிச் செவுள்களுக்குப் பின்புறமும் மார்புச் சிறகுகளுக்குப் (pectoral fins) பின்புறமும், முன்தாடையின் விளிம்பு வரை வெட்டுக் கோடிட வேண்டும். உடலிலிருந்து தோலை உரிப்பதற்குக் கத்தியைத் தோலில் கீறல் விழாதவாறு தோல் பரப்புக்கு இணையாகப் புகுத்த வேண்டும். தோலை அகற்றுகையில் மிகவும் வலிமையாக இழுக்கக்கூடாது. இவ்வாறு செய்தால், தோலின் நடுவில் மெலிந்து போகும். இத்தோலுக்கு விலை மதிப்புக் குறைவு. தோலுரித்தலைத் தாமதப்படுத்தினால், புளித்த பகுதி (sour spot), திசு நிலையிறக்கம் அல்லது அழுகல் தோன்றும். தசை அகற்றப்பட்ட தோலை வெயில் படும்படி வைத்திருந்தாலோ, நிழலில் உலர்த்துகையில் நன்கு நீட்டி, சமதளமாக இருத்தி வைக்கவில்லையென்றாலோ,நிலையான,அழுத்தமான சுருக்கம் விழும்.

தோலை 6% உப்புக் கரைசலில் 3-4 மணி நேரத்திற்கு ஊற வைத்த பின்பே தசை நீக்கத்தைத் தொடங்க வேண்டும். இதனை நிகழ்த்துவதற்கு இரு புறமும் பிடி அமைப்புக் கொண்ட, 40 செ.மீ. நீளமுள்ள வளைவான எஃகுக் கத்தி பயன்படுகிறது. கத்தி பொருந்தும் அளவு வளைவான மேற்பரப்பு கொண்ட பலகையின் மீது தோலைப் பரப்பி, தசையை அகற்ற வேண்டும். பலகையைச் சாய்வாகத் தரையில் நிறுத்தி, மேலிருந்து கீழாகச் தசையைத் தள்ள வேண்டும்

ஊர்வனவற்றின் தோலை உரித்தல். பெரும்பாலும் வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் மட்டுமே பாம்பு மற்றும் பல்லித் தோல்கள் பதனிடப்படுகின்றன. பாம்பின் நீளவாக்கில் ஒரு வெட்டுக் கோடிட்டு அதன் வயிற்றுப்பகுதியில் கிழித்து உருவிவிடலாம். பல்லியின் கால்களையும், வாலையும் வெட்டிவிட்டு உரிக்க வேண்டும். முதலை போன்றவற்றின் முதுகுப்பகுதி கேடயத்தை ஒத்த அமைப்புக் கொண்டுள்ளமையால் பயன்படுவதில்லை. வயிற்றுப் புறத்தில் கீழ்த்தாடை முதல் வால்பகுதி வரை உரித்துப் பயன்படுத்தலாம். சதையை நீக்கிய பிறகு ஈரநிலையிலோ, உலர் நிலையிலோ உப்பிட்டுப் பதப்படுத்த வேண்டும்.

பொதுவான சதை நீக்க முறை. உரிக்கப்பட்ட தோலின் தசைப் பற்று கொண்ட அடிப்பகுதி தூய்மையாகப் பராமரிக்கப்பட வேண்டும். உரித்த பின்பு கணிசமான அளவு கொழுப்புத் திசு ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். தோல்களுக்கு இது இன்றியமையாதது. குருதியைக் கழுவியோ அல்லது துருசு கொண்டு தேய்த்தோ அகற்றுதல் நல்லது. தட்டையான பரப்பில் வைத்து தசை நீக்கம் செய்வதைவிட ஒரு மரத்தினாலான குதிரையின் மீது போர்த்திக் கழுவுதல் கூடுதல் நன்மை பயக்கும். சுறா, முதலை உள்ளிட்ட அனைத்து விலங்கினத் தோல்களுக்கும் இச்செய்முறை பொருத்தும்.

- மே. ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் உலர்த்தல்

பதனிடல், சாயமேற்றல், கொழுப்புத் திணிப்பு ஆகிய செயல்முறைகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பிறகு தோல் உலர்த்தப்படுகிறது. உலர்த்துவதால் நீரகற்றல் மட்டும் நிகழ்வதில்லை. பதனிடு பொருள்கள், சாயம் மற்றும் கொழுப்புப் பொருள்களுடன் நடக்கும் வினைகள் உலர்த்தும்போது நிறைவடைகின்றன. உலர்த்துதல், தோல் தயாரிப்பில் தரத்தை அறுதியிடும் கட்டங்களுள் ஒன்றாகும்.

தோல் புரதம் நீர்கவரும் தன்மையானதாகும். இதனால் இப்புரதம் எப்போதும் மிகுந்த அளவு நீருடன் இணைந்தே காணப்படும். தோலை உலர்த்தும்போது நிகழும் செயல்களை அறிந்து கொள்வதற்கு ஜெலாட்டினை உலர்த்தி அதன் இயங்கு முறையை உற்று நோக்க வேண்டும். ஜெலாட்டினை மெல்ல உலர்த்தினால் மேற்பரப்பு உலருகையில் உட்பகுதியிலிருந்து ஈரம் மேற்பரப்புக்கு வந்து கொண்டேயிருக்கும். மாறாக, அப்பொருளை விரைவாக உலர்த்தினால் உட்பகுதியிலிருந்து மேற்பரப்புக்கு ஈரம் வந்தடையும் வரை மேற்பரப்பில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு வகைக் குறுக்குப் பிணைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும். இதன் விளைவாக ஜெலாட்டினின் உட்பகுதியும் மேல்பகுதியும் வெவ்வேறு இயைபுகளைக் கொள்கின்றன. இரு பகுதிகளுக்குமிடையே நீர்ப் போக்குவரத்தும் நின்றுவிடும். தோலை விரைவாக உலர்த்தும்போதும் இதுவே நிகழ்கிறது. எனினும், பதனிடப்பட்ட தோலை உலர்த்தும்போது இந்த அக-புற வேறுபாடுகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்கு இரா.

பதனிடல் நிகழும்போது நீர் கவரும் தொகுதிகள் (hydrophilic groups) அகற்றப்படுகின்றன. பதனிடல் ஒழுங்காக நடந்துள்ளது என்பதற்கு உலர்ந்தபின் தோலின் மேற்பரப்பு மென்மையாய் இருப்பதே அறிகுறி ஆகும். பொதுவாக நீர்விலக்கும் பொருள்களைக் கொண்டு பதனிட்டிருப்பின், தோல் உலரும்போது மென்மையான பரப்பைப் பெறும்.

தோல் இழைகளுக்கிடையே நிலவும் ஈர்ப்பு, உலர்ந்த தோலில் விறைப்பையும் சுருக்கத்தையும் ஏற்படுகிறது. தோலை நீட்டி, விறைப்பாக வைத்து உலர்த்தும்போது தோல் சுருள்வதைத் தவிர்க்கலாம். இக்கொள்கையின் அடிப்படையில் செயற்படும் உலர்த்தல் முறைகள் பல உண்டு. உலரும் விரைவு ஒரு குறிப்பிட்ட பாணியில் அமைகிறது, ஈர அடக்கத்தையோ, தோலின் நிறையையோ நேரத்துடன் வரைபடமாக்கினால் அவ்வரைகோட்டில் மூன்று பகுதிகளைக் காணலாம்.

தொடக்க கட்டத்தில் திண்மப் பரப்பு நீரால் நிறைவுற்றிருக்கும். எனவே, ஆவியாதல் ஒரு சீரான விரைவில் நிகழும். வெளிப்புறம் உலரத் தொடங்கியபின், உள்ளிருந்து வெளிப்பரப்புக்கு ஈரம் நகருவது முதன்மை பெறுகிறது. உலர்தல் இந்த ஈர விரவல் விகிதத்தைப் பொறுத்ததாகும். இறுதிக் கட்டத்தில் தோல் இழைகளிலிருந்து ஈரம் வெளிவருவது முதன்மைக் காரணியாகிறது. இதன் விளைவாகத் தோலின் புறப்பரப்புக்கும் காற்றுக்கும் இடையே ஈரப்பதனில் ஒரு சமநிலை உருவாகிறது. தோலின் ஈர அடக்கம் மற்றப் பொருள்களைப் போன்றே சூழ்நிலையின் ஒப்பு ஈரப்பதத்தைப் பொறுத்திருக்கும்

தோலின் சிறப்பு இயல்புகள் போதிய அளவுக்கு 50% ஈரப்பதத்திலேயே வெளிப்பட்டுவிடுகின்றன. ஈரப்பதன் தகுந்த அளவுக்குக் கட்டப்படுத்தப்படாவிடில் தோலில் காலணித் தயாரிப்பின்போது பிளவுகள் தோன்றும்.

உலர்த்தும் முறைகள்

காற்றில் இயல்பாக உலர்த்தல். தோல்களை ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக, பல வரிசைகளில் தொங்கவிட்டு மின் விசிறிகளைக் கொண்டு சீராகச் சுழலவிட்டு உலர்த்தலாம். இவ்வெளிய முறையில் பொருட் செலவு குறைவு; வெப்பத் தேவை இல்லை; புற இறுக்க வாய்ப்புகளும் குறைவு; குறைந்த அளவு செயல்திறன், கணிசமான சுருக்கம் ஆகியன மட்டுமே இம்முறையின் குறைகள்.

ஆணி அடித்தல் (tacking). தோலைப் பலகைகளின்மீது இழுத்து ஆணி அடித்துப் பொருத்தி உலர்த்துவதால் சுருக்கங்கள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் காற்றில் உலர்த்தும் முறையில் காணும் அனைத்து நன்மைகளும் இருப்பதுடன் உலர்ந்த தோலின் பரப்பளவும் கூடுதலாகவுள்ளது. இம்முறையைச் செயல்படுத்த மிகுந்த உழைப்பு தேவை.

கொக்கியால் இழுத்து உலர்த்தல் (toggling). இம்முறையில் தோல் ஒரு பெரிய சல்லடைச் சட்டத்தின்மீது போர்த்தப்பட்டு, பின் கொக்கிகளால் (clamps or toggles) இழுத்துப் பிடிக்கப்பட்ட நிலையில் உலர்த்தப்படும்.

ஒட்டி உலர்த்தல் (pasting). தோலின் மேனிப் பரப்பைக் (grain surface) கண்ணாடி, பீங்கான் அல்லது உலோகத் தகட்டின்மீது நாற்புறமும் இழுத்து ஒட்டியும் உலர்த்தலாம். இதற்கு தோல் ஒட்டிய தகடுகளை ஓர் உலர்த்தும் சுருங்கையில் (drying tunnel) செலுத்த வேண்டும். செலவினமிக்கதாயினும் இது ஒரு மிகச் சிறந்த முறையாகும்.

வெற்றிட உலர்த்தல் (vaccum drying). உலர்த்தல் துறையில் மிகப் புதிய உத்தி வெற்றிட முறையாகும். தோலை மேனிப் பக்கம் ஒரு குரோமியப் பூச்சு அளிக்கப்பட்ட எ்குத் தகட்டின்மீது பொருந்தும்படிப் பரப்பி, இவ்வமைப்புக்குக் கீழ் வெந்நீரோட்டத்தைக்,கொண்டு சீராகச் சூடுபடுத்த வேண்டும். இதற்குமேலே உள்ள கூரை வழியாக வெற்றிடத்தை சூடுபடுத்த வேண்டும். காற்றில் உலர்த்தும் முறையில் நீரை ஆவியாக்கத் தேவைப்படும் வெப்பத்தைக் காற்றிலிருந்தே தோல் எடுத்துக் கொள்கிறது; மாறாக, வெற்றிட முறையில் நன்கு தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் உலோகத் தகட்டிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்கிறது. சீரான வெப்பப் பரிமாற்றம் இதனால் அறுதியிடப்படுகிறது, மேலும், உயர்நிலை வெற்றிடத்தில் தோலிலுள்ள நீரின் கொதிநிலை குறைவு. இதனுடன் ஆவியாதல் வழிக் குளிர்வித்தலும் இணைந்து நீரின் கொதிநிலையை 38°C குறைத்துவிடுகிறது. இக்குறைந்த வெப்பநிலையில் நிகழும் வேதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கையும், விரைவும் மிகக் குறைவே. இதனால் புற இறுக்கம் முழுதும் தவிர்க்கப்படுகிறது. தோலுக்கு வெப்பம் நேரடியாகக் கிட்டுவதால், ஆவியாதல் தோலின் இழைகளிலேயே நிகழ்கிறது. இதனால் பதனிடுபொருள்களும், எண்ணெயும் தோலின் உட்பகுதியிலிருந்து புறப்பரப்புக்கு விரவல் தடுக்கப்படுகிறது. ஆயினும், ஒட்டி உலர்த்தல் முறையைவிட வெற்றிட உலர்த்தல் தோலுக்குக் குறைவான பரப்பளவையே (lower area yield) தருகிறது.

உலர்த்தல் விரைவு தோலின் தடிமன், உலோகத் தகட்டின் வெப்பநிலை, தோலின் இயல்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. தாவரப் பதனிடப்பட்ட தோல்களைவிடக் குரோமியப் பதனிடப்பட்ட, தோல்கள் உயர் வெப்ப நிலைகளைத் தாங்கவல்லன. தாவரப் பதனீட்டுத் தோலை 50°C வெப்பநிலையில் பத்து நிமிடங்களில் 14% ஈரப்பதனுக்குக் கொண்டு வரலாம். இதே ஈரப்பதனுக்குக் குரோமியப் பதனிட்ட தோலைக் கொண்டு வருவதற்கு 80°Cஇல் மூன்று நிமிடங்களே போதும். வெற்றிட உலர்த்தல் முறையில் உள்ள ஒரு பெரிய நன்மை அது சூழ்நிலைத் தட்பவெப்பத் தோடு தொடர்பில்லாமல் இருப்பது. இதனால் இம்முறையை உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பின்பற்ற இயலும். மேலும் உலர்த்தும் அமைப்பை நுணுக்கமாகக் கட்டுப் படுத்தவும் முடியும்.

வானொலி அலைகளால் உலர்த்தல் (radio frequency drying). தோலை உலர்த்தல் தோல் தொழிலில் முதன்மையானதும், குளிர் நாடுகளில் மிகுந்த செலவினம் கொண்டதுமான கட்டமாகும். இத்துறையில் அண்மைக்கால முன்னேற்றம் வானொலி அலைவெண் கொண்ட மின்-காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்தி உலர்த்தல் ஆகும். இம்முறையில் ஈரத்தோலின் புறப்பரப்பை 20% ஈரப்பதனுக்கும் குறைவான நிலைக்கு ஒரு சில நொடிகளில் வேறு எப்பாதிப்பும் இல்லாமலே கொணரலாம். ஆனால், இதற்கான கருவி, இயக்கம், பராமரிப்பு ஆகியவற்றுக்கு ஆகும் செலவு தோலின் விலையைக் கூடுதலாக்கிவிடும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் ஒப்பனை

பதனிடல், தோலை நிரந்தரமாகப் பாதுகாக்க மட்டுமே உதவுகிறது. நன்முறையில் பயன்பட நீர்க் காப்பு, தேய்வுக் காப்பு, மென்மை உணர்வு என்னும் சிறப்புப் பண்புகள் சிலவும் தேவைப்படும் அளவுக்கு ஊட்டப்பட வேண்டும்; மேலும் விலைபோகக் கவர்ச்சியும் தேவை, கவர்ச்சியும், சிறப்புப் பண்புகளும் இல்லாமல் தோலாக்கம் நிறைவு பெறாததால், இப்பணிகள் 'நிறைவு வேலைகள்' எனப்படுகின்றன. ஒப்பனை என்றும் இதைச் சிலர் சொல்வதுண்டு. ஆயினும், அழகு செய்தல் என்ற பொருளினதாகிய 'ஒப்பனை' இதர பண்புகளைப் படைத்தலையும் குறிக்கப் போதியதன்று.

ஒப்பனை என்பது, சுருங்கக் கூறுமிடத்து, தோலின் மேற்பரப்பை ஒரு பூச்சினால் போர்த்துவதே. தொடக்க காலத்தில் இயற்கைப் பொருள்களாகிய கேசின், முட்டை வெள்ளை, அரக்கு முதலியன பூச்சுக் குழம்பு செய்யப் பயன்பட்டன. ஆனால், இப்போதோ செயற்கை ரெசின்கள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

ஒப்பனையில் எந்திரவியல் நிகழ்ச்சிகளும் இயற்பியல் நிகழ்ச்சிகளும் உண்டு. ஒப்பனை செய்யுமுன் தோல்களின் ஓரங்கள் வெட்டப்பட வேண்டும். தோலின் ஈரம் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டும். தோலின் தடிப்பு தேவைக்கு மேல் இருந்தால் குறைக்கப்பட வேண்டும். தூரிகைகள் கொண்டு வண்ணம் பூசப்பட வேண்டும். சில தோல்கள் தகடுகள் வைத்து அழுத்தப்படும். சில தோல்கள் பெட்டி போடப்படும் (ironing).

ஒப்பனையில் இரு வகை உண்டு. அவை: பளபளப்பாக்கும் செய்முறை (glazing method) செயற்கை ரெசின் முறை. சாயம் மற்றும் எண்ணெய்க் குழம்புகளை ஏற்றியபின் தோல்கள் ஒரு நாள் பட்டறை. போட்டு வைக்கப்படுகின்றன (piling). மறு நாள் தோல்களின்

தரத்திற்கு ஏற்றவாறும், பதனிடும் தொழிற்சாலையின் வசதிக்கேற்றவாறும், தோல்களில் உள்ள மிகையான நீர் பதமாக்கும் பொறியின் துணைகொண்டு குறைக்கப் படுகிறது. பின்பு சீர்செய்யும் பொறியில் செலுத்தி (settingout machine) தோல்களில் உள்ள சுருக்கங்கள் நீக்கப்படுகின்றன.

தோல்களை உலர வைத்தல். தோல்களை வெற்றிடப் பொறி மூலமும் உலர வைக்கலாம். விலையுயர்ந்த பொறிகளைக் கொண்டு பதப்படுத்தினால் தோல்கள் நல்ல தரத்துடனும் உயர் தன்மைகளுடனும் இருக்கும். சாதாரண பொறிகளில் உலர வைத்துப் பின்பு ஈரமான மரத்தூளில் தோல்கள் ஓர் இரவு வைக்கப்படுகின்றன; மறு நாள் தொழுதொழுப்பாக்கும் பொறியில் (staking machine) இட்டு மென்மையாக் கப்படுகின்றன. பின்பு, நடுப்பகுதி சதுரமாக இருக்கும்படி ஓரங்களை இழுத்து ஆணி அறைந்து தோல்கள் உலர்த்தப்படுகின்றன. இழுத்து நிறுத்தும் சட்டங்கள் (toggling frames) கொண்டு இவ்வேலையை மேலும் செம்மையாகச் செய்யலாம்.

கல்லடித்தல் அல்லது தோல்களைத் தேய்த்தல் (buffing). ஓரங்களை வெட்டியபின் (trimming) தோலின் சவ்வுப்பக்கம் தேய்க்கப்படுகிறது. இந்தத் தேய்க்கும் பொறியில் உள்ள உப்புத்தூள் சுற்றிய உருளை பொறி இயங்கும்போது விரைவாகச் சுழன்று தோலைத் தேய்க்கிறது. இந்தத் தேய்வு உப்புத் தாள்களின் பரல்களின் எண்ணிக்கையைப் (grit number) பொறுத்திருக்கும். காட்டாக 150 எண் தாள் மிகவும் சொரசொரப்பாகவும் 400 எண் தாள் மென்மையாகவும் இருக்கும். நுண்ணிய 400 அல்லது 500 எண் தாளைக் கொண்டு கல் அடித்தால் மேனியின் தன்மை மென்மையாகும். இதன் மேல் வேற்று மேனி வகைகளை அவ்விதக் கோலங்கொண்ட தகடுகளை அழுத்தி ஏற்றலாம். இதற்கு மேனி திருத்த (corrected grain finishing) ஒப்பனை என்று பெயர். இவ்வொப்பனைக்குப் பிறகு தோல்களில் உள்ள தூசு (buffing dust) தூசு நீக்கும் பொறியில் (reducting machine) இட்டு நீக்கப்படுகிறது.

தோலின் மீது ஒப்பனைப் பூச்சு. ஒப்பனைக் குழம்பைத் தோலின் மீது பூசத்தூரிகைக் கருவியைப் பயன்படுத்தலாம். வண்ணக் குழம்புகளைத் தோலில் பரவலாகத் தெளிக்கத் தானியங்கித் தெளிப்பான்களும் (auto spray) தோல் பட்டறைகளில் பயன்படுகின்றன.

பளபளப்பூட்டும் பொறி. பெரும்பான்மைத் தோல்கள் பளபளப்பூட்டும் முறையில் ஒப்பனை செய்யப்படுகின்றன. இதற்குப் புரதப் பொருள்களைக் கொண்டு ஒப்பனை செய்யப் பட்ட தோல்கள் சிறந்த காட்டாகும். பளபளப்பாக்குவதற்குத் தனிப் பொறி உண்டு.

தோலின் மீது அழுத்தம் கொடுத்தலும், முத்திரையிடுதலும். அழுத்து பொறி நீர்-அழுத்த முறையில் இயங்குகிறது. இப்பொறியைக் கொண்டு தோலின் மீது சாதாரண தகட்டை அழுத்தி எடுத்தால் ஒப்பனை செய்த தோல் மிகவும் வழவழப்புடனும், பளபளப்புடனும் இருக்கும். மேலும், இப்பொறியைக் கொண்டு பழுதடைந்த மேனிப் பரப்பைச் சீர்செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக, இராணுவக் காலணி மேல் தோலுக்கு (army upper leather) 'சக் கிரைன்' எனும் (zug grain) கோலம் கொண்ட தகடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்காலத்தில் வேறு பல அழுத்தும் பொறிகளும் வழக்கில் உள்ளன.

- எம்.எஸ். ஒளிவண்ணன்

தோல் கட்டி

தோலில் தீங்கற்றவை, தீங்கானவை என இருவகைக் கட்டிகள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. தீங்கற்ற கட்டிகளில் கெரடோசாந்தோமா, முதியோரின் கெரடோசிஸ், கார்னு தோல், செபோரிய கெரடோசிஸ், ஆர்செனிக் தொடர்பான கரடு, தோல் பைப்ரோமா, ராட்சத செல்ஹிஸ்டியோசைடோமா, டெஸ்மாய்டு கட்டிகள், கரடு முரடான தழும்பு (கீலாய்டு, லைபோமா (அடிப்போஸ் திசு சார்ந்தது), லியோ மையோமா (தசை இழைகள் சார்ந்தது), மையோபினாஸ்டோமா, மிக்சோமா போன்ற பல வகை அடங்கும். தீங்கற்ற கட்டிகளின் நோய் உறுதி, நோய்க் கூறாய்வைப் பொறுத்துள்ளது. பெரிய அளவில் இருந்தால் அறுவை மருத்துவம் சிறந்தது. சிலபோது எக்ஸ் கதிர் மருத்துவம் பயனளிக்கிறது. சில நோய்கள் தீங்கு விளைவிக்காமல் இருந்துவிடும். மருத்துவம் எந்தப் பயனும் அளிப்பதில்லை. சில கட்டிகள் மின் வெப்பத்தால் பொசுக்கப்பட்டு அகற்றப்படுகின்றன.

தீமை பயக்கும் (malignant) கட்டிகளில் பல உண்டு. அடிப்படைச் செல் கார்சினோமா அல்லது ரோடண்ட் புண் என்பது பெரும்பாலும் முகத்திலேயே காணப்படும். தீமையான மெலனோமா என்பது சூரிய ஒளியின் காரணமாக உண்டாவதாகத் தெரிகிறது. நோய்க் கூறாய்வு மூலம், நோய் உறுதி செய்த பின்னர் மின் வெப்பத்தால் பொசுக்குதல், எக்ஸ் கதிர் மருத்துவம், போடோ.·.பைலின் களிம்பு ஆகியவற்றை அளிக்கலாம். சிலர் புற்றெதிர் மருந்துகளைக் கையாளு கின்றனர். ஸ்குவாமஸ் செல் கார்சினோமா என்பது விரை வாக வளர்ச்சியடைந்து வெற்றிடங்களில் புற்றுப் பதியத்தை உண்டாக்கித் தீமை பயக்கிறது. பொதுவாக இது கீழ் உதட்டையே தாக்குகிறது. கிளையைப் போன்றும், காலிப் பூவைப் போன்றும் கடினத் தழும்புப் போன்றும் இது தோற்றமளிக்கும்.

நோயின் விரைவான பரவல், கடினத் தன்மை, நிணக்கட்டி வீக்கம், நோய்க்கூறாய்வு, செல்லியல் ஆய்வு ஆகியவற்றைக் கொண்டு நோயை உறுதி செய்யலாம். நிணக் கட்டிகளையும் சேர்த்துக் கட்டியை அகற்றுதல், எக்ஸ் கதிர், ரேடியம் மருத்துவம் போன்றவை பயனளிக்கின்றன.

சார்கோமா. இது மிகவும் தீமை பயக்கும் ஒரு தோல் புற்றாகும். மிக்சோசார்கோமா, லைபோசார்கோமா, நரம்புச் சார்ந்த சார்கோமா, லியோமையோசார்கோமா போன்ற பல வகைகள் இதில் உள்ளன. காபோசிகார்கோமா என்னும் லிம்போசார்கோமா திடீரென்று தொடங்கி, விரைவாகப் பரவி, குருதிப்பெருக்கில் கொப்புளங்கள் கொண்ட ஒரு புற்றாகும். எய்ட்ஸ் நோயுடன் இதன் தொடர்பு பற்றி ஆய்வு நடந்து வருகிறது. எக்ஸ் கதிர் மருத்துவம் இதற்குப் பெரும் பயனளிக்கிறது. மெத்தோடிரக்சேட், சைடாக்சான், ஸ்டீராய்டுகள் போன்ற மருந்துகளும் பயனளிக்கின்றன. ஆ∴ப்ரிக்காவில், ஓரினப்புணர்ச்சிக் கொள்பவர்களிடையே இந்தப் புற்று மிகுந்து காணப்படுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது.

- மு.ப.கிருஷ்ணன்

துணைநூல். B.M.S.Bedi, *A.P.I. Textbook of medicine*, Vol-II, Third Edition, API Publishers Bombay, 1979.

தோல் காகிதம்

பனை ஓலையையும், துணிச் சீலையையும், காகிதத்தையும் போலத் தோலும் பழங்காலத்தே எழுதப் பயன்பட்ட சாதனங்களுள் ஒன்று. இவ்விதத் தோல், தோல் (parchment) காகிதம் எனப்படும். பதனிடப்படாத தோலைப் பொருள்-செய் தோலாகவும் (consumer leather) தோல் காகிதமாகவும் மாற்றுவதற்கு வெவ்வேறு வழிமுறைகளை எகிப்தியர்களும், பாபிலோனியர்களும் கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு முன்பே செம்மைப்படுத்தியிருந்தனர். யூதர்களின் பட்டயங்கள் தோல் காகிதங்களிலேயே எழுதப்பட்டிருந்தன. கி.பி. ஏழு, எட்டாம் நூற்றாண்டுகளில் தோல் காகிதத் தயாரிப்பில் பெருத்த முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. கி.பி. 16 ஆம் நூற்றாண்டு வரை தோல் காகிதத் தயாரிப்பு உலகளாவி இருந்தது. ஆனால், அரசு மற்றும் சட்ட ஆதாரச் சான்றிதழ், சாசனங்கள் எழுதுதல், புத்தகம் கட்டுதல், நூலகக் காப்பு மத்தளம், பாஞ்சோ (banjos) போன்ற இசைக் கருவிகள் தயாரிப்பு ஆகியவற்றிற்காகத் தோல் காகிதம் பிரிட்டன், அயர்லாந்து, இத்தாலி, ∴பிரான்ஸ், இஸ்ரேல், ஜெர்மனி ஆகிய நாடுகளில் மட்டுமே தற்போது இத்தயாரிப்பு நடைமுறையிலுள்ளது. பழைய தோல் காகிதங்களைக் கழுவுதல், மென்மைப் படுத்துதல், வலிவூட்டுதல், செப்பனிடுதல், பதிலீடு செய்தல் ஆகியவற்றில் தொடக்கத்திலிருந்த கவனம் இடையில் மெல்ல மெல்லக் குறைந்தாலும், இப்போது மீண்டும் கூடியுள்ளது.

முடியகற்றப்படாத, ஈரமான, சுண்ணமிடப்பட்ட தோலை ஒரு சட்டத்தில் இழுத்துப் பொருத்தி, அறை வெப்பநிலையில் உலர்த்தித் தோல் காகிதங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இக்காகிதம் விறைப்பாகவும், நீடித்து உழைக்கும் தன்மை படைத்ததாகவும் இருக்கும். தோல் காகிதத்தைப் பாதுகாப்பதற்கு 0 - 20ºC வெப்பநிலையும் 50 - 65% ஈரப்பதமும் ஏற்றவை.

நுகர்-பொருள் தோலைப் போன்று தோல் காகிதம் பதனிடப்பட்டதன்று எனினும், இது தயாரிக்கப்படும்போது கொடுக்கப்படும் இழுவிசை தோல் காகிதத்தின் கட்டமைப்பில் சில விரும்பத் தகுந்த மாற்றங்களைச் செய்கிறது. சுண்ணம் சேர்க்கப்பட்ட ஈரத் தோலில் இழைகள் சிக்கலான வலையமைவு கொண்டிருக்கும். ஆனால், இழுக்கப்படும்போது இவ்விழைகள் ஒருமுகப் (unidirectional) போக்கு கொண்டு இழைக்கொத்துகளும் தட்டை வடிவம் பெறுகின்றன. இம்மாற்றத்தின்போது தோல் வலையமைவில் சில இழைகள் அறுந்துவிடலாம். இவ்வித, தோலின் கட்டுமானப் புனரமைப்பு, தோலுக்குடைய விலங்கின் இனம், வயது, பாலினம், உணவுப் பழக்கம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததாகும். இவை தவிர, தோலின்மீது இடப்படும் சுண்ணத்தின் அளவு, இழுவிசை, இழுக்கப்பட்ட ஈரத்தோல் உலர்த்தப்படும் விரைவு ஆகியனவும் காரணிகளாகும். இதன் விளைவாகத் தோல் காகிதம் எழு மென்படலங்களாகச் செதிள், செதிளாகப் பிளவுபடும்.

நுகர் தோல் தயாரிப்பில் இவ்விதப் பிளவுகள் ஏற்படுவதில்லை. பதனிடு செயல்முறையினால் நுகர் தோலில் இழைகளுக்கிடையே குறுக்குப் பிணைப்புகள் தோன்றி, இழைகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகியே இருக்கும்; இதனால் நீரேற்றம் நிகழ்வதில்லை. மாறாக, தோல் காகிதத்தில் நீரேற்றம் எளிதாக நிகழ்கிறது. நுகர் தோல், தோல் காகிதம் ஆகியவற்றுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடுகள் படம் 1இலும், அட்டவணை 1இலும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

நீர் நுழைவால் தோல் காகிதத்தினுள் நுண்ணுயிரி வளர்ச்சி ஓங்கும். இது தோல் காகிதத்தின் நிலையிறக் கத்திற்கு அடிகோலுகிறது. தோல் காகிதத் தயாரிப்பில் பதனிடு பொருள்கள் சேர்ப்பதில்லை என்றாலும் எண்ணெய் சேர்க்கப்படுகின்றது. எ-டு: சிடார் மர எண்ணெய், ஆலிவ் எண்ணெய் ஆகியனவும் இவற்றின் கொழுப்புகளும் பதனிடுதல் மற்றும் உயவுச் செயல்களைப் புரிகின்றன. இதனால் தோல் காகிதம் துவளும் மென்தோலாக மாறுகிறது. அலுமினிய உப்புகளைப் பயன்படுத்தித் தோல் காகிதத்திற்கும் கொழுப்புப் பொருளுக்கும் உள்ள பிணைப்பை வலுப்படுத்தலாம். இதனால் தோல் காகிதத்தின் உழைப்பையும், நீர் எதிர்ப்புத் தன்மையையும் கூடுதலாக்கி,

அதே நேரம் வலிமை குன்றாமலும் பாதுகாக்கலாம். நுகர் தோல் தயாரிப்புப் போலன்றித் தோல் காகிதத் தயாரிப்பில் பல்வேறு வழிமுறைகளை ஒரே கட்டத்தில் செயல்படுத்த வேண்டும்.

கைப்பெட்டி, கத்திமுனை, மத்தளப் பக்கம், வார் ஆகிய பயன்களுக்குத் தோல் காகிதத்தைச் சீர்திருத்தம் செய்யத் தேவையில்லை. ஆனால் எழுதப் பயன்படும் தோலின் பரப்பு சமச்சீர்மையுடனும், வழவழப்புடனும் மையினால் எழுதுகையில் மை கசிந்தோடாமலும் இருத்தல் வேண்டும். மயிர்க்கால் குறிகள் (grains) தெரிந்தால் வனப்புக்கூடும். எனினும், இவை மிகவும் துருத்திக் கொண்டிருப்பின், மையினால் எழுதுதல் கடினமாகும். பரப்பிலிருந்து கொழுப்பகற்றல், கடினப்படுத்தல், வழவழப்பாக்குதல் முதலிய விதங்களில் தோல் காகிதம் சீர் செய்யப்படுகிறது. தாறுமாறான சிறுமணி (grain) அமைப்பு விரும்பப்பட்டமையால், பழங்காலப் புத்தக அட்டைகளுக்கு இவை பெரிதும் பயன்பட்டன. தோல் காகிதத்தில் ஈடுபடுத்தப்படும் தோல்கள் பொதுவாகக் கன்றுக்குட்டி, வெள்ளாடு, செம்மறி ஆடு ஆகியவற்றினுடையவை. கன்றுக்குட்டியின் தோலிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் தோல் காகிதம் மெலிதாகவும் வலிவற்றதாகவும் உள்ளதால் இதற்கு மதிப்பு மிகுதி. வெல்லம் (vellum) என்னும் சிறப்புச் சொல்லால் இத்தோல் காகிதம் குறிப்பிடப்படுகிறது,. கரு உருவாகும்போது இணைப்புத் திசுக்களாலான தோல் விரைவாக வளருகிறது. எனவே, இப்பகுதித் தோல் கூடுதலான முதிர்வு பெற்றது. பெர்கமேனா வர்ஜீனியா (pergamena virginea), பெர்கமேனா வைடலினா (pergamena vitulina) எனும் கருப்பை 'வெல்லங்கள்' தோல் காகிதத் தயாரிப்புக்கு மிகவும் சிறந்தவை.

அட்டவணை 1

நுகர் தோல்	தோல் பதனிடுதல்
சிக்கலான, தாறுமாறான அலையமைவும் உயர் நெசவுக் கோணமும் கொண்டது	தட்டையான, தகடு வடிவிலான நெசவமைப்பும், குறைந்த நெசவுக் கோணமும் கொண்டது
தகடுகளாக உரித்தல் எளிதன்று.	குறைந்தது ஏழு தகடுகளாக உரித்துப் பிரிக்கலாம்.
பதனிடு பொருள்கள் பெரிய அளவில் செலவிடப் படுகின்றன	பதனிடு பொருள்களே தேவையில்லை
நீர் உறிஞ்சுதல் இல்லை	விரைவாகப் பெரிய அளவில் நீர் உறிஞ்சப்படுகிறது
மென்மையிலும், விறைப்புத் தன்மையிலும் பரந்த வரம்பு கொண்டது.	ஈரத்தோல் காகிதம் திண்மை குன்றியது; சுருக்கம் தாழ்வெப்பநிலைகளிலும் நிகழக்கூடும். பொதுவாக விறைப்பாகவும், நிலைத்தும் நெகிழ்வு குறைந்தும் காணப்படுகிறது.

வெள்ளாட்டுத் தோல் காகிதம் வெளிப்புறம் இள மஞ்சள் நிறத்துடனும் தசைப் பக்கம் வெண்ணிறத்துடனும் உள்ளது. செம்மறியாட்டுத் தோல் காகிதத்தில் மஞ்சள் கலப்பற்ற தூய வெண்ணிறத்தைக் காணலாம். எனினும், முதிர்ந்த ஆடுகளிலிருந்து பெறப்படும் தோல் காகிதம் சாம்பல் நிறமுடையது.

நுண்ணிய வேலைப்பாடுகளைக் கொண்ட நகைத் தயாரிப்பு, தங்க முலாம் பூசப்பட்ட எழுத்துத் தயாரிப்பு ஆகியவற்றுக்கு மிக மெல்லிய தங்கத்தகடு தேவைப்படுகிறது. தங்கத் தகட்டை அடித்து இம்மெல்லிய தகட்டைத் தயாரிப்பர். இதற்கு அடித்தளமாகப் பயன்படுத்துவதற்குப் பசுவின் குடல்வாலிலிருந்து (caecum) தயாரிக்கப்பட்ட தோல் காகிதம் சிறந்தது. நன்கு ஊட்டமாக வளர்க்கப்பட்ட மாடுகளில் கொழுப்புத் திசுக்கள் கூடுதலாக உள்ளமையால் மெல்லிய அடுக்குகளாகப் பிளத்தல் எளிதன்று. எனவே மெலிந்த மாடுகளின் தோலே இதற்குப் பயன்பட்டு வருகிறது. மாட்டு குடல்வாலைப் பிறழ்வின்றி அகற்றுதல் கடினமாக இருந்தமையால் மாற்றுப் பொருள்கள் ஆராயப்பட்டன. 'காட்' போன்ற சில மீன் வகைகளின் காற்றுப் பைகளிலிருந்து தோலைப் பிரிப்பது பயன் தந்தது. மீனின் ஊன்புரதம் நல்ல தோல் காகிதம் தயாரிப்பதற்கு ஏற்ற மூலப்பொருளாகும். இப்பொருள் அடர் மஞ்சள் நிறமுடையதாகையால் கையெழுத்துப்படித் தயாரிப்புக்கு ஏற்றதன்று; தங்கத் தகட்டை மெலிதாக்குவதற்கு மட்டுமே பொருத்தமானது. சில மீன்களின் நீச்சல் பைகள் 30 செ.மீ. நீளமும் 25 செ.மீ. சுற்றளவும் கொண்டிருக்கும். இவை தங்கத்தைத் தகடாக்க மிகவும் ஏற்றது.

16 ஆம் நூற்றாண்டு தொடக்கத்தில் வெளியான 42-வரி கூட்டன்பெர்க் (Gutenberg), விவிலியம் (bible) ஒவ்வொரு படியும் ஏறத்தாழ 170 மென்கன்றுத் தோல் காகிதங் களினாலானது. இதன் பிறகு பல பெரிய புத்தகங்கள் இதே காகிதத்தைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டன. பழம்பெரும் நூல், சாசனம், குறிப்பேடு ஆகியவற்றின் வயதை அறுதியிட பொதுவாக கதிர்வீச்சு கார்பன் முறையே பயன்படுத்தப் படுகிறது. எனினும், ஊன்புரத நார்களை எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியால் உற்று நோக்கியும் தோல் காகிதத்தின் தொன்மையை ஊகிக்கலாம். கொல்லஜன் இழைகள் நீர், வெப்பம், ஒளி ஆகியவற்றால் மெல்லத் தம் தன்மை இழக்கின்றன. எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியால் தொன்மை வாய்ந்த தோல் காகிதங்களில் இவ்வித இழை நிலை யிறக்கத்தை எளிதிற் காணலாம்.

தோலின் காலத்தை அறுதியிட இன்னொரு வழியும் உண்டு. தோல் காகிதத்தை நீரின் அடியில் சூடேற்றினால் சுருங்கத் தொடங்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் முழுமையாகச் சுருக்கம் நிகழும். இச்சுருங்கும் வெப்பநிலை (shrinkage temperature) தோல் காகிதத்தின் தொன்மையைப் பொறுத்தது. தோல் காகிதத்தின் வயதையும் சுருக்க வெப்பநிலையையும் இணைத்து வரையறுக்கப்பட்ட படத்தின் துணைக்கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட தோல் காகிதம் எப்போது தயாரிக்கப்பட்டது என அறியலாம் (படம் 2).

இது சுவடிகளைப் பற்றிய தொல்பொருள் ஆராய்ச்சிக்கு உதவும். கி.பி. 1200-1900 இல் தயாரிக்கப்பட்ட தோல் காகிதம் 38-55^{0}C வெப்பநிலை வரம்பில் சுருங்கும். கி.மு. 1300-கிபி 130 வரையிலான தயாரிப்புகள் 25-36^{0}C வெப்பநிலையில் முழுமையாகச் சுருங்கும். பொதுவாக, சுருக்க வெப்பநிலை 30^{0}cக்குக் கீழ் இருப்பின் அக்குறிப்பேடு தொன்மைமிக்கது என உறுதி கொள்ளலாம்.

பொதுவாக அனைத்துத் தோல் காகிதங்களும் 130^{0}C வரை உலர்ந்த நிலையில் கெடுவதில்லை. ஓரங்களில் சுருள்வதும் பழுப்பாக மாறுவதும் உண்டென்றாலும் மீண்டும் அறை வெப்பநிலைக்குக் கொண்டுவந்து, ஈரப்பதப் படுத்தினால் அவை பழைய நிலையை எய்தும். 250^{0}Cக்கு மேல் கருமை தோன்றி, கருகத் தொடங்கிவிடும். எனவே நூலகங்களிலும், தொல்பொருள்காப்பகங்களிலும் காட்சிப் பெட்டிகளில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் தொல் காகித ஆதாரச் சான்றுகளைச் சூரிய ஒளியோ, மின்விளக்கு ஒளியோ படாமல் பார்த்துக் கொள்வது நல்லது. காட்சிப் பெட்டிகளின் ஈரப்பதன் கட்டுப்பாடு குறுகிய வரம்புக்குள் இருத்தலும் வேண்டும்.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் காச நோய்

காச உயிரிகள் தோலைத் தாக்கும்போது தோல் காச நோய் (dermal or skin tuberculosis) ஏற்படுகிறது. தூய நலவாழ்வு நிலவுமிடங்களிலும், தூய குடிநீரும், நல்ல சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையும், ஊட்டம் மிகுந்த உணவும் கிடைக்கு மிடங்களிலும் தோல் காச நோய் காணப்படுவதில்லை.

நோய் எதிர்ப்பின் தன்மை, உயிரிகளும் அவற்றின் நச்சுகளும் உண்டாக்கும் விளைவு, நோயாளியின் தடுப்பாற்றல் இயல், வயது, தாக்கமுற்ற பகுதி ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நோய் அமைகிறது.

காச உயிரிகள் கீழ்க்காணும் வழிகளில் தோலை அடையலாம். புறவயமாக நோய்க்கூற்றாய்வின்போது அல்லது காச நோய் நைவுகளைத் தொட நேரும்போது அல்லது காச உயிரிகள் ஒட்டியுள்ள ஊசிகளைப் பயன்படுத்தும்போது, காச உயிரி தோலுள் செல்லலாம். அருகேயுள்ள நைவுகள் மூலம் தொடர்ந்து இணைந்து பரவுதல் அல்லது நிணநீர் நாளங்கள் பரவுதல் வழியாக அடையலாம்.

காச நோயால் தாக்கமுற்ற நுரையீரல், எலும்பு, நிணக் கட்டி ஆகியவற்றிலிருந்து காச உயிரிகள் குருதிப் பாய்வு வழியாகத் தோலை அடைந்து நோயுண்டாக்கும். மிலியரி காச நோயின்போதும், வாயும் தோலும் காச நோயால் தாக்கமுற்றபோதும், விளைவுகள் அஞ்சத்தக்க நிலையில் இருக்கும். ஆனால் இந்நோயின் பிற வகைகளான லுபஸ்வல்காரிஸ், காச வெருக்கோசஸ், ஸ்குரோ புலோடெல்மா போன்றவை விரைவிலேயே சீரடைகின்றன. டியூபர்குலின் (மாண்டோ) ஆய்வு சில சமயம் நேர்மறை யாகவும் (positive) சில சமயம் எதிர் மறையாகவும் (negative) இருக்கும்.

ஆய்வுகள். ஷீல்-நீல்சன் முறையில் சாயமேற்றி காச உயிரியைக் கண்டுபிடித்தல், ஊட்ட ஊடக (வளர்கள) முறையில் உயிரிகளை வளர்ச்சியடையச் செய்தல் (culture), சீமைப் பெருச்சாளி ஆய்வு போன்றவை பயன்படும்.

நோய்க் கூற்றாய்வு முறை. டியூபர்குலின் ஆய்வு, நுரையீரல், நிணக்கட்டி, எலும்பு, சிறுகுடல் ஆகியவற்றில் காச நோய் இருக்கிறதா எனப் பார்த்தல். செல்லியல்-நோய்க் குறியியல் பண்புகளில் எபிதீலியாய்டு செல்கள், லிம்போசைட்டுகள், சில மிகப்பெரும் செல்கள், சில காச உயிரிகள் ஆகியவை காணப்படுதல் என்பன குறிப்பிடத்தகும்.

நோய் அறிகுறிகள். நிணக்கட்டி வீக்கம் (primary complex) பொதுவாக முகத்திலேயே தோன்றும். முகத்திலுள்ள புண்ணிலிருந்து காச உயிரியை உருப்பெருக்கியினடியில் காணலாம். பொதுவாகப் புண் சீரடைந்து தழும்பாக மாறுகிறது. அரிதாக லுபஸ் வல்காரிஸ் (*Lupus vulgaris*) நிலையை அடையலாம். மிலியரி காச நோயின்போது (தோல் உள்ளிட்ட) உடலின் பல உறுப்புகளில் காசத்தின் மிலியரிக் கழலைகள் (miliary nodules) தோன்றலாம். பொதுவாக இந்நிலை, மரணத்தில் முடிகிறது.

லுபஸ் வல்காரிஸ் என்னும் தோல் காச நோய், முகம், முழங்கை, புட்டம், முழங்கால் ஆகியவற்றில் தோன்றுகிறது. இதனால் குழந்தைகளும், சிறுவர்களும் தாக்கமடை கின்றனர். இதில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பட்டைகள் தோன்றுகின்றன. முதலில் சிவப்பு-கபில நிறப் படையாகத் தோன்றிப் பெரியதாக, சில ஆண்டுகளில் படையாக மாறிவிடுகிறது. நாளடைவில் சீரடைந்து தழும்புடன் இருக்கிறது. தழும்பின் நடுப்பகுதி, மெல்லிய தாள் போன்று இருக்கும். இப்பகுதியை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டினால் அமுக்கினால் ஆப்பிள் ஜெல்லி போன்ற கழலை தெரிகிறது. ஒரு தீக்குச்சியால் இதை அமுக்கினால், தீக்குச்சி எளிதில் உட்செல்கிறது. இதைக் கொண்டு லுபஸ் வல்காரிஸ் என இதை அறுதியிடலாம்.

நோயின் பல நிலைகள். ஸ்குரோபுலோ டெர்மா, டி.பி.குடிஸ்பிரிசியாலிஸ், வெருக்கா நெக்ரோஜெனிகா, பேபுலோ-நெக்ரோடிக், டியூபர்குலிட், லைகன்ஸ்கு ரோபுலோசம், பேசின் நோய் முதலியன. நோயின் வகை எதுவாக இருந்தாலும், காச எதிர்ப்பு மருந்துகளே பயன்படும். 1964இல் இது பற்றி முடிவான தகவல்கள் தெரியவில்லை.

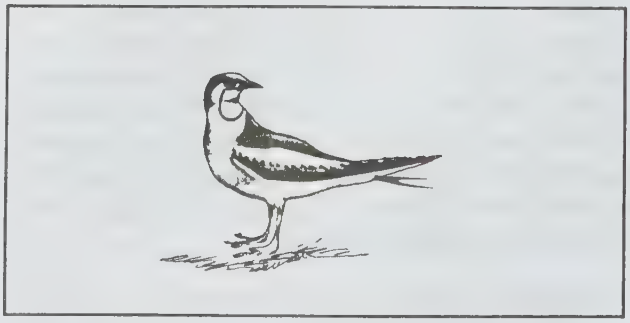
சில சமயங்களில் அறுவை மருத்துவம், சுட்டுப் பொசுக்கும் மருத்துவம், பின்சன்-லாம்ப்ஹோல்ட் விளக்கு வெளிச்ச மருத்துவம், புற ஊதாக் கதிர் மருத்துவம் போன்றவை கையாளப்பட்டாலும், காச எதிர் மருந்துகளே பெரும்பயன் அளிக்கின்றன. சத்துணவும், கால், கைகளுக்கான உடற்பயிற்சியும் இன்றியமையாதவை.

- அ. கதிரேசன்

தோல் குருவி

இது கொராட்ரிபார்மிஸ் கிளேரியோடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. நீண்ட இறகுகளும், குட்டையான அலகும், கால்களும் கொண்ட மைனா அளவுள்ள தோல்குருவி தோற்றத்தில் ஆலாவினை ஒத்திருக்கும். காலை மாலை அந்திகளில் பல நூறு பறவைகள் வரை ஒன்றாகக் கூடி வானில் உயர வட்டமிட்டுப் பறந்து, பறக்கும் பூச்சிகளைத் தங்கள் அகன்ற வாயில் பிடிக்கும். சில சமயங்களில் தரையில் அலைந்து திரிந்தும் இரைதேடும் இது பெரும்பாலான பகல் நேரத்தைக் குழுவாக மணலில் அமர்ந்து ஓய்வாகக் கழிக்கும். மூன்று சிறப்பினைத் தோல் குருவிகள் தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

பட்டைக் கழுத்துத் தோல்குருவி (Glareola pratincola). மைனா அளவுள்ள இது குறுகிய கால்களும் நீண்ட இறக்கைகளும் கொண்டது. தரையில் அமர்ந்திருக் கும் போது இறக்கைகள் வாலைவிட நீண்டிருக்கக் காணலாம். தலையும் முதுகும் ஆலிவ் பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். கண்களுக்கு மேல் உள்ள அலகு முகட்டின் கறுப்புப் பட்டை நீண்டு வளைந்து கழுத்தைச் சுற்றி வளையமாக அமைந்திருக்கும். மேல்பரப்பு



பட்டைக் கழுத்துத் தோல்குருவி
(Glareola pratincola)

பழுப்பாகவும் வயிறும் வாலடியும் வெண்மையாகவும் இருக்கும். பறக்கும்போது இறக்கை அடியில் உள்ள செம்பழுப்புத் தூவிகளும் பிளவுபட்ட வாலும் இதனை அடையாளங் கண்டுகொள்ள உதவும். குளிர்காலத்தில் மேற்குக் கடற்கரை சார்ந்த பகுதிகளுக்குக் கருங்கடல், துருக்கி மற்றும் மையத்தரைக்கடல் பகுதியிலிருந்து வலசை வருகிறது. மணல் பரப்பான நீர் வற்றிய ஆற்றுப் படுகைகளையும் கடற்கரை ஓரங்களையும் சார்ந்து திரியும்.

பெரிய தோல் குருவி (Glareola P. Malelivarum). தோற்றத்திலும் உருவிலும் முன்னதை ஒத்த இதன் வால் அதனைவிட ஓரளவே பிளவுபட்டுக் காணப்படும். இதனைத் தென்னிந்தியா எங்கும் குளிர்காலத்தில் ஆற்றுப்படுகை, கடற்கரை, சதுப்புச்சேற்று நிலம், புல்வெளி, தரிசு நிலம் ஆகியவற்றில் மிகுதியாகக் காணலாம். இதன் பழக்க வழக்கங்கள் பட்டைக் கழுத்துக் குருவியை ஒத்தவை.

சின்னத் தோல் குருவி (Glareola lactea). இது சிட்டுக் குருவியைவிட உருவில் சற்றுப் பெரியது. பழுப்பு நிறத் தலையில் நெற்றியிலிருந்து அலகு அடிவரை ஒரு கறுப்புப் பட்டை நாமம் போல நீண்டிருக்கக் காணலாம். உடலின் மேற்பகுதி இளஞ் சாம்பல் நிறமாகவும் செம்மை தோய்ந்த பழுப்பாகவும் கீழ் மார்பும் வயிறும் வெண்மையாகவும் இருக்கும். காலை மாலை அந்திகளில் இரைதேடி வளைந்து வளைந்து பறக்கும்போது வௌவாலைப் போலத் தோற்றம் தரும். அப்போது கறுப்பு முனைகளோடு கூடிய சதுர வடிவிலான வெண்ணிற வாலையும், இறக்கை அடிக்கறுப்புத் தூவிகளையும் கொண்டு இதனை அடையாளம் கண்டு கொள்ளலாம். இந்தியாவெங்கும் பரவலாகக் காணப்படும் இதனைத் தமிழ்நாட்டில் பாலாறு, காவிரி ஆகியவற்றின் மணற்படுகைகளில் பெரும் எண்ணிக்கையில் காணலாம். மாலை நேரத்தில் வானம் இருளும் வரை பறந்து திரிந்து பூச்சிகளைப் பிடிக்கும். தரையில் உப்புக் கொத்தியைப் போல ஓடியாடி இரைதேடுவதும் உண்டு. வௌவால், உழவாரன், தோல்குருவி ஆகியவை அந்தி இருளில் கூட்டமாக உயரப் பறந்து இரைதேடும்போது ஒன்றிலிருந்து மற்றதை வேறுபடுத்தி அறிதல் கடினம்.

மார்ச், ஏப்ரல், மே மாதங்களில் ஆற்றுப்படுகைகளில் தரையில் உள்ள குழிவுகளில் பல பறவைகள் குழுவாகக் கூடி அருகருகே இரண்டு மணற் பழுப்பு நிற முட்டைகளிடுகின்றன. முதலில் இடப்பட்ட முட்டைகள் ஆற்றில் வெள்ளம் வந்து அடித்துச் செல்லப்படின் மே, ஜுன் மாதங்களில் கூட மீண்டும் முட்டையிடுகின்றன. ஆணும் பெண்ணும் அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் பங்கு கொள்கின்றன. முட்டைகளும், முட்டைகளிலிருந்து வெளிப்படும் குஞ்சுகளும் சுற்றுப்புற மணல் பரப்போடு ஒத்தமைந்த நிறமுடையன வாதலால் இவற்றை எளிதில் கண்டு கொள்ள இயலாது. தென்னிந்தியாவில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் சிறப்பினம் இது ஒன்றேயாகும். முட்டைகளைக் கண்டு நெருங்க முற்படுவோர்முன் ஒன்றுமட்டும் தனித்தோ, கூட்டமாகவோ தரையில் இறக்கைகளை விரித்து வைத்தபடி அடைகாப்பது போல நடிக்கும். மேலும் நெருங்க முற்படின் ஒரு பக்க இறக்கையினைத் தொங்கவிட்டபடி அடிபட்டதுபோல நடித்து, வந்தோரை முட்டைகளை நெருங்காமல் திசை திருப்பப் பார்க்கும்.

- க. ரத்னம்

துணைநூல். Salim Ali sand Dillon Ripley, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan*, Fourth Volume,Oxford University Press, London, 1970.

தோல் தசையழற்சி

தோல் நோய்களின் வகையைச் சார்ந்த இதைத் தசை அழற்சி என்றும் கூறுவர். தோல் நைவுகள், தசை வலிவின்மை, தொடுவலி ஆகியவை தோல் தசை அழற்சியில் (dermatomyositis) காணப்படும். நோய்க் காரணி நன்கு புலனாகவில்லை. நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்பு, நாளமில் சுரப்பிக் கோளாறு, ஊட்டமின்மை, தடுப்பாற்றல் மறுவினை போன்றவை இதன் முன்னிணக்கமாக இருக்கலாம். புற்றுநோயுடன் இந்நோய்க்குள்ள தொடர்பை மனத்தில் கொள்ள வேண்டும். 20-40 வயதில் பெண்களே மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகின்றனர். குழந்தைகளிலும் இந்நோய் காணப்படலாம்.

நோய் படிப்படியாகத் தொடங்குகிறது. குறைந்த அளவு காய்ச்சல், சோர்வு, உடல் வலி, கைகால் வலி, கண் இமைகளைச் சுற்றிச் செந்தடிப்புப் போன்றவை காணப் படுகின்றன. முகம், கழுத்து, கைகால்களின் நீள் தசை ஆகியவையும் பாதிக்கப்படுகின்றன. குருதிப்புள்ளி, கொப்புளம், புண், நிறமாற்றம், குறிப்பாகக் கால்சியப் படிவு ஆகியவை காணப்படுகின்றன. நோய் முழுமையாகச் சீரடையலாம் அல்லது மரணத்திலும் முடியலாம்.

நோய் அறிகுறிகள், செல்லியல் ஆய்வு, எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு ஆகியவற்றைக் கொண்டு இந்நோயை முடிவு செய்யலாம். சில போது கொல்லஜன் நோய்களிலிருந்து இதைப் பிரித்தறிவது கடினம்.

இதற்கு மருத்துவமாக ஸ்டீராய்டுகள் கொடுக்கப் படுகின்றன. நோயின் தன்மையைப் பொறுத்து மருந்தின் அலகு அமையும். புற்றுநோயும் சேர்ந்திருந்தால் அதற்கும் மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். ஓய்வு, வலி நீக்கி மருந்துகள் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன.

- மு.ப. கிருஷ்ணன்

தோல் தடிமம்

ஒவ்வாமையால் ஏற்படும் நோய் நிலையான தோல் தடிமம் (urticaria) மிகுந்த அரிப்புடன் இருப்பினும் சிறிது நேரத்தில் மறைந்துவிடும்.

எந்தப் பாலினரும், வயதினரும் இதன்மூலம் தாக்கம் அடையலாம். எதிர்ப்பொருள் ஊக்கி-எதிர்ப்பொருள் மறுவினையின்போது தோலில் வெளிப்படும் குருதி நாள விரி பொருள்களான ஹிஸ்டமின், அசெட்டைல்கோலின் ஆகியவற்றால் தோல் தடிமம் உண்டாகலாம்.

புரத உணவு, மருந்து (எ-டு: பெனிசிலின், ஆஸ்பிரின்) தடுப்பூசி மருந்து, பூச்சிக்கடி, குடல் புழு, நுண்ணுயிரித் தாக்கம், உணர்ச்சிவயத் தட்பவெப்ப நிலை போன்றவற்றால் ஒவ்வாமை ஏற்படலாம். நோயின்போது தோலில் மிகையான அரிப்பும், எரிச்சலும் உண்டாகும். சிலேட்டுமப் படலம் உள்ளிட்ட உடலின் எந்தப் பகுதியும் தாக்கமடையலாம்.

தோல் தடிமத்தால் ஏற்படும் தடிப்பு வட்டமாகவோ, முட்டை வடிவமாகவோ, நீளமாகவோ இருக்கலாம். அதன் நிறம் தோலின் நிறத்தை ஒத்திருக்கும் அல்லது இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் இருக்கும். தோல் தடிப்பு நீடிக்கும் காலம் வேறுபடும். தொகுதியாகத் தோன்றிச் சிறிது நேரத்தில் மறைந்துவிடலாம். சிலபோது இந்த நைவுகள் ஒரு மாதம் வரை நீடிக்கலாம்.

ராட்சதத் தோல் தடிமம் (Quincke's odema, giant urticaria). தோல் தடிமத்தின் ஒரு வகையான இதை நாளம்-நரம்புச் சார்ந்த வீக்கம் என்றும் கூறுவர். தோல் பரப்பு அல்லது சிலேட்டுமப் படலங்களில் வீக்கங்கள் உண்டாகின்றன. குரல்வளையைப் பாதிக்கும்போது ஏற்படும் இந்நோய் நிலையில் மூச்சடைப்பால் மரணமும் நேரிடலாம். இதற்கு உடனடி மருத்துவம் தேவை. ஒவ்வாமை எதிர் மருந்துகள் பலனளிக்கின்றன. எனினும் முழுமையான தீர்வு, காரணியை அகற்றுவதில் உள்ளது.

மீன், முட்டை, பாலாடைக்கட்டி போன்ற புரத உணவைத் தவிர்க்கவேண்டும். ஒவ்வாமையை உண்டாக்குவது எது என நோயாளியே கண்டுபிடித்துச் சொல்ல வேண்டும். ஆஸ்பிரின், பெனிசிலின் போன்ற மருந்துகள் கட்டாயமாகத் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். உடலில் நுண்ணுயிர்த்தாக்கம் இருந்தால் அதற்கு உரிய மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

சிறப்பாக, ஹிஸ்டமின் எதிர் மருந்துகளான டிரைபுரோலிடின்-ஹைட்ரோ குளோரைடு, குளோர்பினிரமின் மாலியேட் போன்றவை பயனளிக்கின்றன. மிகவும் சிக்கலான நிலையில் கார்டிகோஸ்டீராய்டுகள், அட்ரினலின் ஊசி மருந்து ஆகியவை அளிக்கப்பட வேண்டும். தோல் தடிமத்துக்கு மென்தால் கலந்த துத்தநாகக் காலமின் கரைசலும் பயனளிக்கிறது.

- மு.கி.பழனியப்பன்

துணைநூல். F.Handa. *A.P.I. Textbook of Medicine*, Vol.II, Third Edition, API Publishers, Bombay, 1979.

தோல் தொழில்நுட்பம்

விலங்கினங்களின் உடற்பரப்பின்மீது இயற்கையாக அமைந்த போர்வையே தோலாகும். மாடுகளின் முரட்டுத் தோலையோ (hides) பசுங்கன்று, ஆடு, செம்மறியாடு, பன்றி ஆகியவற்றின் மென்மையான தோலையோ (skins) இயற்பியல் மற்றும் வேதி முறைகள் மூலம் திருத்தங்கள் செய்து சூழ்வெளியால் பாதிக்கப்படாதவாறு செய்யப்பட்டது தோல் எனப்படும். தோலின் மீது வளர்ந்துள்ள முடியை அகற்றுவது வழக்கம். மென்மயிர்த் தோல் (fur) சில விலங்கினங்களின்மீது காணப்படுகிறது. இத்தோல் சில விலையுயர் மேலங்கிகள் தயாரிக்கப் பயனாகிறது.

தோல் தயாரிப்பு, தொன்மைக் காலத்திலேயே நடந்து வந்துள்ளது. மனிதன் விலங்குகளை உணவுக்காக வேட்டையாடி அவற்றின் தோலைக் குளிரடக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தி வந்தான். தோலை நுண்ணுயிர்த் தாக்கத்திற்கு இலக்காக்கி அதன் வாயிலாக முடி நீங்கிய பின்பு, விலங்கினக் கொழுப்பைத் திணித்து, புகையேற்றம் செய்து பதப்படுத்தினான். தோல் தயாரிப்புக்கும் உணவுத் தயாரிப்புக்கும் நெருங்கிய தொடர்புள்ளது. அமெரிக்காவில் கால்நடைகள் இறைச்சிக்காகவே வளர்க்கப்படினும், இவற்றின் தோல்கள் விலையுயர்ந்த உடன் விளை பொருள்களாகும். தோலைப் பொறுத்தவரை தேவைக்கும் அளிப்புக்கும் (supply) தொடர்பிருப்பதில்லை. தேவை காலணித் தயாரிப்புக்கும், அளிப்பு இறைச்சித் தேவைக்கும் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இறைச்சியைப் பெருமளவில் தயாரிக்கும் அமெரிக்கா தோல் ஏற்றுமதியில் மிகப் பெரிய நாடாகவும். தோல் தொழில்நுட்பத்தில் முன்னணியில் நிற்கும் ஜப்பான் தோல் இறக்குமதி செய்யும் நாடுகளில் முதன்மை யானதாகவும் உள்ளன.

காலணி மேல் பகுதிக்குத் தோலே சிறந்த பொருளாகும். தோலுக்குத் தொகுப்பு முறையில் பதிலீட்டுப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆயினும், தோலின் பண்புகள் யாவற்றையும் உள்ளடக்கிய மாற்றுப்பொருள் இன்னமும் உருவாக்கப்படவில்லை எனலாம்.

மூலப்பொருள்கள். தோலுக்கு முதன்மையான மூலப்பொருள் கால்நடையாகும். கால்நடைத் தயாரிப்பில் அனைத்துலகிலும் கால் பங்கினை எட்டி அமெரிக்கா முதலிடத்தைப் பெறுகிறது. ஆட்டுத் தோல் தயாரிப்பில் ஆஸ்திரேலியாவும் நியூசிலாந்தும் முதன்மை பெறுகின்றன. நாய்த்தோல் (chamois leather) என்பது ஆட்டின் தோலை ஒரு சிறப்பு வழி முறையினால் பதப்படுத்தித் தயாரிக்கப்படுகிறது.

மோராக்கோ என்னும் செம்மறியாட்டுத் தோலும், பன்றி, முதலை, யானை, ஒட்டகம், கங்காரு, பாம்பு, பல்லி எனப் பல வகைப்பட்ட விலங்கினத் தோல்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

தோலின் இயைபு, உரித்தல், பாதுகாத்தல். கால்நடைத் தோலில் ஏறத்தாழ 65% நீர், 33% புரதம், 2% கொழுப்பு, 0.5% கனிம உப்புகள் உள்ளன. இயைபு இனத்தையும், வயதையும், உண்ணும் உணவையும், வளர்க்கப்படும் சூழ்நிலையையும் பொறுத்து அமையும். இத்தோலின் நடுவிலுள்ள கோரியம் (corium) என்னும் அடுக்கு தோல், மொத்தத்தில் 85%ஐ உள்ளடக்கியது. இது பெரும்பாலும் கொல்லாஜன் (ஊன்புரதம்) என்னும் புரதத்தின் வலையமைவாகும். முளை அடுக்கு (papillary layer) என்னும் கோரியத்தின் மேலடுக்கு சிறுபணித் தொகுப்புத் தோற்றம் கொண்டிருக்கும். முடிகளின் நுண்குமிழ்களைச் சுற்றி இவ்வடுக்கு அமைந்துள்ளது. கோரியத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் தசைகள், எலஸ்டின் நார்கள், குருதிக் குழாய்கள், வடிநீர் குழாய்கள் மற்றும் நரம்புகள். இரண்டறக் கலந்துள்ளன.

கோரியத்தின்மீது புறத்தோல் (epidermis) அமைந்துள்ளது. தோலின் மொத்த தடிமனில் இது 1% மட்டுமே ஆகும். கோரியத்தின் கீழ் அமைந்துள்ள அடித்தோல் (hypodermis) என்னும் அடுக்கில் தோலை உடலைப் போர்வையாக இருத்திவைக்கும் இணைப்புத் திசுக்கள் உள்ளன. இவ்வடுக்கு மொத்த தோலில் 15% ஆகும்.

சிறுதொழில் தோல் தயாரிப்பு நிறுவனங்களில் தோலை உரித்தல் (flaying) கைகளால் செய்யப்படுகிறது. பெரிய நிறுவனங்களில் இதனை எந்திர முறையில் மணிக்கு 85 தோல்கள் என்னும் அளவுக்கு உரிக்கலாம். அமெரிக்காவில் சில நிறுவனங்கள் மணிக்கு 300 தோல்கள் வரை உரிக்கும் வசதி கொண்டவையாகும். தசை, அழுக்கு ஆகியவற்றை அகற்றுதலையும் இதே விரைவில் நிகழ்த்த வழிவகை உண்டு.

தோலின்மீது நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியினால் நிலையிறக்கம் நிகழ்ந்து, தோல் ஒரே நாளில் கெட்டுவிடுகிறது. தோலைப் பாதுகாப்பதற்குத் தொன்று தொட்டுப் பயன்படும் வழிமுறை உப்பிடுதலாகும். உப்புப் பதனிடலுக்குப்பின் தோலில் 40% நீரும், 15% NaCl- உம் உள்ளன. ஏறக்குறைய ஓராண்டுக் காலத்திற்குக் கெடாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. பதனிடுவதற்கு முன் புகுத்தப்படும் உப்பை அகற்ற வேண்டியுள்ளமையால் மிகப்பெரிய அளவில் நீர் தேவைப்படுகிறது. இதன் காரணமாக உரித்தவுடனேயே தோலைப் பதனிட்டுவிட முயன்று வருகின்றனர்.

தோல் பதனிடல். பதனிடுவதற்குப் பல பொருள்கள் பயன்பட்டு வந்துள்ளன. தாவர வகைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தினால் தாவர முறைப் பதனிடல் என்றும், குரோமிய உப்புகளைப் பயன்படுத்தினால் குரோமிய முறை அல்லது நிறமியப் பதனிடல் என்றும் பெயர் வழங்கப்படுகிறது. குரோமியப் பதனிடல், தாவர முறைப் பதனிடலைவிட விரைவாக நிகழ்த்தப்படுகிறது. இப்போது தோல் பதனிடல் 95% குரோமிய முறையிலேயே நடத்தப்படுகிறது. சில பதனிடு அமைப்புகளில் இரு வகைப் பதனிடல் முறைகளும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இணைந்து செயல்படுத்தப்படுகின்றன. பதனிடுவதற்கு முன்பாகத் தோலின்மீதுள்ள முடியை அகற்ற வேண்டும். மரத்தினாலான விட்டத்தின்மீது தோலைப் பரப்பி முடியைச் சுரண்டி எடுப்பர். தோல் தொழிற்சாலையில் இச்செயல்முறை நிகழ்த்தப்படும் பகுதிக்கு விட்டகம் (beam-house) எனப் பெயர். இப்போது முடியகற்றம் சுண்ணாம்புக் கரைசலைப் பயன்படுத்தி நிகழ்த்தப்படுகிறது. இதன் பின்பு தோலைச் சில தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நொதிக் கலவையின் வினைக்குட்படுத்தி நார் வகையில்லாத புரதங்களையும் பிற பொருள்களையும் அகற்றுவர். இக்கட்டத்திற்குக் கசடகற்றும் முறை (bating) எனப் பெயர். நொதிகள் பசுங்கன்றின் வயிற்றிலுள்ள ரென்னின் (rennin), காட்டுப் பன்றியின் கணையத்திலுள்ள டிரிப்சின் (trypsin), பப்பாளி மரத்தின் சாற்றிலுள்ள (sap) பபேன் ஆகியனவாகும்.

குரோமியப் பதனிடலில் pH மதிப்பு வரம்பு 2-3 ஆகவும், தாவர வகைப் பதனிடலில் pH மதிப்பு 4-7 வரம்பிலும் நிறுத்தப்படும். குரோமியப் பதன்பொருளைத் தயாரிப்பதற்கு அமிலமிடப்பட்ட சோடியம் டைகுரோமேட் கரைசலுடன் SO_2 வளிமத்தை வினைப்படுத்த வேண்டும். $[OH^-]/[Cr^{++}]$ விகிதத்திற்குக் காரத்தன்மை என்று பெயர். இது ஏறத்தாழ 0.3 ஆக இருத்தல் ஏற்றது. இந்நிலையில் Cr^{3+} அணைவுகள் தோலில் ஊடுருவி மெல்ல வினைபுரிகின்றன. தற்போது சோடியம் பைகார்பனேட் கரைசலைக் கொண்டு PH உயர்த்தப் படுகிறது. பதனிடல் முறையின் முன்னேற்றத்தைத் தோல் சுருங்கும் வெப்பநிலையைக் கொண்டு அறியலாம். தோலை இரு தாங்கிகளுக்கிடையே பொருத்தி, நீர்த் தொட்டியில் அமிழ்ந்திருக்குமாறு சூடுபடுத்த வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் தோல் திடீரெனச் சுருங்குகிறது. முழுமையாகப் பதனிடப்பட்ட தோல் 100°C இல் 3 நிமிடங்கள் வரை சுருங்குவதில்லை. தொய்வாகப் (slack) பதனிடப்பட்ட தோல் 94-97°C வரம்பிலேயே சுருங்கிவிடும். தோலில் முழுமையாகப் பதனிடப்பட்ட நிலையில் 4-6% Cr_2O_3 இடம்பெறும்.

தாவரப்பதனிடு பொருள்கள் வாட்டில் (wattle) மரத்தின் பட்டைகளிலிருந்து சாறு இறக்கப்பட்டுத் தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவற்றிலுள்ள வேதிப்பொருளான காலிக் அமிலமே பதனிடும் தன்மைக்கு வித்திடுகிறது. இப்பொருள்கள் தோலில் ஊடுருவது மூன்று வாரங்கள் முதல் பல மாதங்களுக்கு நிகழ்கிறது. இச்செயல்முறையை விரைவுபடுத்தும் நோக்கத்துடன் கால்கான் (calgon -

சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா பாஸ்.ஃபேட்) என்னும் பொருளைக் கந்தக அமிலத்துடன் கலந்து தோலை அதில் நனைத்து, பின்பு வாட்டில் சாறுகளிலிட வேண்டும். இதனால் பதனிடல் ஏறத்தாழ 11 நாளில் நிறைவாகும். தொகுப்பு முறையிலும் பதனிடு பொருள்களைத் தயாரிக்கலாம். ஃபீனால்-ஃபார்மால்டிஹைடு ரெசின்களைச் சல்ஃபா ஏற்றம் செய்து இப்பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பின்பதனிடு நிகழ்ச்சிகள் (post tanning operations). பதனிடப்பட்ட தோலைப் பிளத்தல் எந்திரத்தில் செலுத்தி, அதன் தடிமனைத் தேவையான அளவுக்குக் குறைப்பதுடன் புறப்பரப்பில் சீர்மையைப் புகுத்தலாம். ஓர் உருளையின்மீது சுருள் வடிவில் வெட்டும் கத்தி முனைகளை அமைத்து, தோல் பரப்பின்மீது விரைவாக உருட்டித் தோலை மேலும் மெலிதாக்கலாம்.

தாவரப் பதனிடலுக்குப் பின்பு தோல் பழுப்பு அல்லது சிவப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். குரோமிய முறையில் பதனிடப்பட்ட தோல் சற்றே நீல நிறம் (wet blue) கொண்டிருக்கும். தோலுக்குச் சாயமிடல் பொதுவாக அமில வகைச் சாயங்களைக் கொண்டு நிகழ்த்தப்படுகிறது. தாவரப் பதனிடப்பட்ட தோலுக்குக் கார வகைச் சாயங்கள் ஏற்றவை. ஆனால் ஒளிபடும்போது இச்சாயம் மெல்லமெல்ல வெளுத்துவிடுகிறது. உலோகம் புகுத்தப்பட்ட சாயமும், நிறமூன்றிச் சாயமும் கூடப் பயனாகின்றன. முதல் வகைச் சாயம் வெளிர் நிறங்களையும், இரண்டாம் வகை ஆழ்ந்த நிலைத்த நிறங்களையும் தருகின்றன.

பதனிடப்பட்ட தோலுக்கு நெகிழ் தன்மையை ஊட்டு வதற்கு இழைகளுக்கிடையே உயவிடுதல் (lubrication) தேவை. ஆமணக்கு எண்ணெய் , காட் மீனின் ஈரல் எண்ணெய் ஆகியவற்றைக் கந்தக அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தி, பெறப்பட்ட எண்ணையில் தோலைத் தோய்க்க வேண்டும். இதற்குக் கொழுப்புக் கலவையேற்றம் (fat liquoring) எனப்பெயர்.

அடுத்த கட்டம் சுருக்கம் நீக்கல் (setting out) ஆகும். இங்குத் தோல் இரண்டு உருளைகளுக்கிடையே செலுத்தப்பட்டு அழுத்தப்படுகிறது. இதனால் தோலின் பரப்பு வழவழப்பாகிறது. இந்நிலையில் தோலில் 60% நீர் உள்ளது. இதனை உலர்த்தி 12% ஆகக் குறைக்கலாம். இத்தருணத்தில் நிகழும் சுருக்கத்தைக் குறைப்பதற்குத் தோலை ஒரு கண்ணாடி, உலோகம் அல்லது பீங்கான் தகட்டின்மீது ஒட்டி உலர்த்தும் அமைப்புகளின் வழியே செலுத்த வேண்டும். கௌவுதல் (toggling) என்னும் வழி முறையில் தோலை ஒரு சல்லடையின்மீது பிடிப்பிகளைக் (clamps) கொண்டு விரைவாகப் பொருத்தி உலர்த்த வேண்டும். சாதாரணமாக 4-7 மணி நேரம் தேவைப்படும் இவ்வழிமுறையை வெற்றிட உலர்த்தியைக் கொண்டு 4-7 நிமிட நேரத்தில் முடிக்கலாம்.

உலர்த்தப்பட்ட தோலைப் பல துறைகளில் மேலும் திருத்தங்களின்றிப் பயன்படுத்தலாம். என்றாலும், காலணித் தயாரிப்புக்கு மேலும் சீர்திருத்த வேண்டும். நீட்டல் (staking) என்னும் திருத்த முறையில் 20% நீர் சேர்க்கப்பட்டுத் தோலின் வளையத்தன்மை (plialility) கூடுதலாக்கப் படுகிறது. ஒரு நீட்டல் அமைப்பில் சுமந்துசெல்லும் பட்டையின் உதவியால் தோல் விரைந்து ஆடும் ஊசிகளுக்கிடையே செலுத்தப்படுகிறது. இங்குத் தோல் அழுத்தி நீட்டப்படுகிறது.

தோலின் இறுதிக் கட்டத் திருத்தங்கள் தோற்றப் பொலிவூட்டுவதற்கும் தேய்மானத்தைத் தடுப்பதற்கும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. நிறமியைக் கொண்ட பாலி அக்ரிலேட் ரெசின், வினைல்-அக்ரிலேட் ரப்பர் பால், நைட்ரோசெல்லுலோஸ் மெருகுபூச்சு ஆகியவற்றால் தோலுக்கு வனப்பூட்டப்படுகிறது. நிறப் பொருளற்ற அனிலீன் பூச்சுகள் விலைமிக்கனவாக இருந்தாலும், தோலுக்கு அழகிய தோற்றத்தை தருகின்றன.

தோலின் பண்புகள். மேற்கூறிய பலவகைத் திருத்தங்களுக்குப் பின்பும் தோல் அடிப்படையில் கொல்லஜன் நார்களின் பிணைப்பேயாகும். தோலின் கொள்ளளவில் பாதி இடைவெளிகளாகும். தோலின் அடர்த்தி 0.6-0.9 கி./செ.மீ.^{3} என்னும் வரம்பில் உள்ளது. நீரையும், வேர்வையும் உறிஞ்சும் தன்மை, வெப்பக் காப்பீடு அளித்தல், வார்ப்புக்கு ஈடு கொடுத்தல், எளிதில் கிழியாமை, உயர் நீட்சிமை, உயர் நீள்வலிமை, மடிப்பு வலிமை (flexural strength) ஆகியன ஒருங்கே அமைந்துள்ளமை தோலுக்கே உள்ள சிறப்பியல்பாகும்.

தோல் பதனிடும் தொழிலின் மிகப்பெரிய சிக்கல் கழிவகற்றமாகும். தொடக்கத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் தோலில் ஏறத்தாழ 30% மட்டுமே பயனுறும் தோல் பொருளாகிறது. 70%-க்குமேல் கழிவுப் பொருளாகிப் பொறுக்க முடியாத நெடியையும், தூய்மைக் கேட்டையும் தருகிறது. 1000 தோல்கள் (27 டன்) பதனிடப்படுவதால் 1600மீ^{3} (1. 6X 10^6 லி.) கழிவுநீர் உருவாகிறது. உப்பு, முடி ஆகியனவும் கழிவுநீரில் மிகுந்துள்ளமையால் இதனைத் திருத்தம் செய்து நீர்நிலைகளில் கலப்பது எளிதன்று, இக்கழிவில் குரோமியப் பொருள் கலந்துள்ளமை, நச்சுத்தன்மையை ஏற்றுகிறது. பெரும்பாலும் இக்கழிவு அகற்றப்பட்டாலும் நார்ப்பலகை (fibre board) தயாரிக்கப் பயன்படுத்துவதற்கு வாய்ப்பு உண்டு எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தோலை அடுக்கடுக்காக உரித்து மெலிதாக்குதலை (splitting) பதனிடும் கட்டத்திற்கு முன்பாக நிகழ்த்தினால் இந்நிலையில் வெளியாகும் கழிவை உண்ணத்தக்க ஊன்புரதமாக்கலாம்.

தோல் பதிலீடுகள். புனரமைகொண்ட (poromeric) தோல்போலிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. கார்ஃபாம் (corfam) என்பது இவ்வகையில் பெயர் பெற்றதாகும். ஒரு துணியின்மீது

பூச்சை அளித்துத் தயாரிக்கப்படும் இத்தோல் இயற்கைத் தோல் கிடைக்காத சூழ்நிலையில் மட்டுமே பயன்படுத்தத்தக்கது. மரக்கூழிலிருந்து செல்லுலோசைப் பிரித்து, கரைப்பானிலிட்டு மீண்டும் மறுபடிகமாக்கி ரேயான் தயாரிப்பது போன்று, தோலிள்ள ஊன்புரதத்தையும் (collagen) மறு வடிவாக்கித் திருத்தப்பட்ட தோலைப் (reconstituted leather) பெறலாம். தொகுப்பு வழித்தோலின் சிறப்பு, தரச்சீர்மையும் (uniform quality) தொடர்ச்சியாகத் திறன்மிக்க முறையில் விரைவாகத் தயாரிக்கப் படுதலுமாகும்.

தோல் தொழில். தோல் தொழில் தொன்மைமிக்கது. வளர்ந்த நாடுகள் தொழில் நுட்பத்தையும், வளர்ந்து வரும் நாடுகள் மூலப் பொருள்களையும் கொண்டுள்ளமையால் தோல் தொழில் உலகளாவியதாகிவிட்டது. ஐக்கிய நாடுகள் தொழில் மேம்பாட்டு நிறுவனம் (United Nations Industrial Development Organisation - UNIDO) ஈரான், கென்யா போன்ற நாடுகளில் பல தோல் தோழில் வளர்ச்சித் திட்டங்களைப் பொருளுதவி அளித்து ஊக்குவித்துள்ளது. தோல் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் அனைத்துலக அளவில் சென்னையிலுள்ள மையத் தோல் ஆராய்ச்சிக் கழகம் (Central Leather Research Institute) முன்னணி பெற்றுள்ளது. ஏற்றுமதிக்கான காலணித் தயாரிப்பில் இத்தாலி முதலாம் இடத்தையும், பிரேசில் இரண்டாம் இடத்தையும் பெற்றுள்ளன.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் நனைப்பு

பதனிடும் தொழிற்சாலைக்கு வந்து சேரும் தோல்கள் உலர்த்தியோ, உப்பிட்டோ நீர் இறக்கி பதப்படுத்தப் பட்டனவாகும். இவ்வித வறண்ட நிலையில் இவை தம் துவளுமையையும் (flaccidity) இழந்துவிட்டிருக்கும். ஓரளவுக்கு இறுகிப்போன இவற்றை இதர பணிகளுக்கு உட்படுத்தினால், முறிந்து போகும் வாய்ப்பு உண்டு. இழந்த அளவு நீரை மீண்டும் ஏற்றினாலன்றித் துவளுமையைத் திரும்பப் பெற முடியாது. இதற்காகத் தோல்களை நீரில் ஊறவைக்க வேண்டும். ஊற வைத்தலை நனைப்பு என்பது வழக்கம். ஆகவே, பதப்படுத்தப்பட்ட தோலை பதனிடும் கட்டத்திற்கு ஆயத்தப்படுத்தும் வழி முறைகளுள் நனைத்தலே முதல் படி ஆகும்.

நனைப்பதற்கு முன்பாகத் தோலின் கால், வால் பகுதிகள் வெட்டப்படுகின்றன. பின்பு தோல் நீரில் நனைக்கப்படுகிறது. தோலின் மீதுள்ள உப்பை நீர் கரைத்து அகற்றுகிறது. உப்பு நீக்கம் சவ்வூடு பரவலைத் தோற்றுவித்து, தோலை மறு நீரேற்றத்திற்கு உட்படுத்துகிறது. நீரேற்றம் நிகழும்போதே சில உருண்டைப் புரதங்களும் அகற்றப்படுகின்றன. இப்புரதங்கள் மிதமான உப்புச் செறிவுகளில் கரைந்து தோலைவிட்டு நீங்குகின்றன. நனைத்தலின் விளைவாகத் தோல் மென்மையும் ஓரளவு தூய்மையும் அடைகிறது.

தொற்று நீக்கம். உப்பு நீங்கியவுடன் மறுநீரேற்றம் தொடங்குவதால் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சிக்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. குளோரினைக் கொண்டுள்ள அரோமாட்டிக் சேர்மங்களைத் தொற்றுநீக்கிகளாகப் பயன்படுத்தி இதனைத் தவிர்க்கலாம். நுண்ணுயிர்வழிப் பாதிப்பைக் குறைக்கும் நோக்கத்துடன் நனைத்தலைக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் நடத்தலாம். ஆனால், மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் உருண்டைப் புரதங்கள் எளிதில் கரைவதில்லை. எனவே, தகுந்த வெப்பநிலையைக் கண்டறிந்து அவ்வெப்ப நிலையிலேயே எப்போதும் நனைத்தலை நடத்த வேண்டும்.

ஈர்ப்பு இறக்கிகள் (surface-active agents). சோப்புகளையோ, பிற ஈர்ப்பு இறக்கிகளையோ பயன்படுத்தி நீர் உட்புகுதலை எளிதாக்கலாம். சோடியம் டெட்ரா சல்ஃபைடைச் சேர்த்தால் மென்மையான உருண்டைப் புரதங்கள் விரைந்து கரையும்.

உப்புச் சேர்த்தல். பொதுவாக, நனைத்தலின்போது தோலிலிருந்து அகற்றப்படும் உப்பே தொற்று நீக்கத்திற்குப் போதுமானது. உப்பிட்டுப் பதப்படுத்தாத தோல்களை நனைக்கும்போது சிறிதளவு உப்புச் சேர்த்தல் நன்று. உப்புச் சேர்த்து நனைத்தல் உயர் வெப்பநிலைகளை எட்டுவதற்கு உதவும். உப்பு நீரில் தோய்க்கப்பட்ட தோல் உயர் வெப்பநிலைகளிலும் நுண்ணுயிரிப் பாதிப்பு அடைவதில்லை.

உலர்ந்த தோல்களை நனைத்தல். உலர்த்தி பதப்படுத்தப்பட்ட தோல்களின் முழு நீரேற்றத்திற்கு நீண்ட காலஅளவு தேவை. இத்தோல்கள் உப்பிடாமல் உலர்த்தப்பட்டால் கட்டமைவு (structure) இடையிடையே சிதைந்து இழைகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்ளும். நனைப்பதற்குமுன் இத்தோல்களை மடக்கினால், இழைகள் முறியக்கூடும். இவற்றை முழுவதும் நனைப்பதற்கு 48 மணிநேரம் தேவைப்படுகிறது. 24 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு நீரை மாற்ற வேண்டும். இங்கும் நனைக்கும் நீரில் தொற்று நீக்கிகளையும், ஈர்ப்பு இறக்கிகளையும் சேர்ப்பது நல்லது. நனைப்பை முறையாக நிகழ்த்தவில்லையெனில் பின்பு நடத்தப்படும் முடி நீக்கம் (dehairing) எளிதாக இராது. காண்க : தோலின் இயற்கைத் தன்மைகள்.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் நிறமாற்றம்

தோல், மயிர், கண் ஆகியவற்றின் நிறத்தை அறுதியிடுவது மெலனின் ஆகும். நரம்பு முகட்டுத் திசுவான மெலனோசைட்டுகளின் செல்லிலிருந்து மெலனின் உருவாகிறது. மெலனோசைட்டினுள் டைரோசினேஸ் என்னும் நொதியால், டைரோசினின் ஆக்சிஜனேற்றம் நடைபெறுகிறது. இதனால் மெலோனின் முன்னோடிகள் உருவாகி இறுதியாக மெலனின் உண்டாகிறது. இங்கிருந்து மெலனின், மேல்தோல் கெரடினோசைட்டை அடைகிறது. கெரடினோசைட்டுகளில் மெலனின் தேக்கம் அடைவதால் தோலின் இயல்பான வண்ணம் உருவாகிறது. இவை அனைத்துமே 'எபிடெர்மல் மெலனின் யூனிட்' எனப்படுகின்றன.

தோல் நிறம், பலவகையான இனம், மரபு நுட்ப அணு, ஹார்மோன், சூழ்நிலை, நோயூக்கு நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. பிட்யூட்டரியின் முன்புற மடலிலிருந்து வெளிப்படும் மெலனோடிரோபிக் ஹார்மோன் தோல் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. அடிசன் நோய், நெல்சன் நோயியம், குஷிங் நோய் ஆகியவற்றில் நிறமாற்றங்கள் ஏற்படும்போது ACTH சுரப்பும் மிகுதியாக உள்ளமையால், தோல் வண்ணத்திற்கு ACTH காரணமாகலாம். தோலில் நிறமிகள் தோன்றி, மிகையான நிறமாக்கம் (hyper pigmentation) பரவலாக ஏற்படும் நிலைகளான அடிசன் நோய், குஷிங் நோய், ஸ்கிளிரோடெர்மா போன்றவற்றின்போதும் கல்லீரல், சிறுநீரகத்தளர்வுகளுடன் மருந்து (ஃபினோதயசின், புசல்பான், சைக்ளோஃபாஸ்பமைடு, குவினாக்ரைன்), கனி, காய்கறிகளை (முள்ளங்கி) மிகையாகச் சாப்பிடும்போதும், கெரோட்டின் குருதியில் கலந்து, தோல் மஞ்சள் நிறமாக காமாலை போல் மாறும் போதும், சர்க்கரை நோய் தைராய்டு குறைநோய் ஆகியவற்றின்போதும் மேற்கூறியவாறு நிகழலாம்.

சூரிய ஒளித்தாக்கம், சூழ்நிலை, கருத்தடை மாத்திரைகள் மற்றும் அட்ரியாமைசீன், பிளியோமைசீன் போன்ற மருந்துகள் அருந்துவதால் நீண்ட பட்டை வடிவ நிறமாற்றத்தை நகம், மார்பு, முதுகு ஆகியவற்றில் காணலாம். இவையனைத்திலும் மிகவும் அஞ்சத்தக்கது கொடிய மெலனோமா புற்றுக்கட்டியாகும். சிவப்பு, நீலம், நீலக்கறுப்பு, நீலச் சிவப்புப் போன்ற பல வண்ணங்கள் தோன்றுவதே இப்புற்றின் அறிகுறிகளாகும்.

மிகையாக நிறமாற்றம் உண்டாவது போல், இயல்பான நிறமே குறைந்து காணப்படும் நிலைகள் (hypo pigmentation) பல உள்ளன. அவை கண் தோல் வெண்படை (albinisim), பினைல்கிடோனூரியா, வெண்படை (vitiligo), தேமல்படை, தொழுநோய், மேகநோய், சல்ஃபா ஹைட்ரில் மற்றும் ஃபீனால், ஸ்டீராய்டுகள் போன்ற மருந்துகளைப் பயன்படுத்துதல் போன்றவை. கண் தோல் வெண்படையில் மயிர், தோல், கருவிழி அனைத்துமே வெண்மையாக இருக்கும். (லத்தீன் மொழியில் அல்பிஸ் என்றால் வெண்மை என்று பொருள்). வெண்படை நோயும் இவ்வகையைச் சார்ந்ததே தொழுநோயின் டியூபர்குலாய்டு நிலை காணப்படும். மேகநோயிலும், சில மருந்துகளின் பயன்பாட்டின்போதும் நிறமிகள் குறைந்து தோல், மயிர் போன்றவை வெண்மையாக மாறும்.

- மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். D.B. Moshar et.al., *General Medicine*, McGraw-Hill Book Company, Newyork, 1979.

தோல் பதப்படுத்துதல்

விலங்கிலிருந்து அகற்றப்பட்ட தருணத்திலிருந்து நுகர்வோரை அடையும்வரை பல்வேறு கட்டங்களில் திருத்தப்படுதலும், சீர்செய்யப்படுதலும் பதப்படுத்துதல் என்ற பொதுப் பெயரில் வழங்கப்படுகின்றன.

புதிதாக உரிக்கப்பட்ட தோல் அறை வெப்பநிலையில் (20-25°C) 10-20 மணி வரம்புக்குள் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியினால் கணிசமாக நிலையிறக்கம் அடைந்துவிடும். எனவே, பெரும்பாலான மாட்டுத் தோல்கள் ஏதாவதொரு பாதுகாப்புச் செயல்முறைக்குட்படுத்தப்படுகின்றன. சமையல் உப்பு ஒரு சிறந்த பாதுகாப்புப் பொருளாகும். உப்பினால் முழுமையாகப் பதனிடப்பட்ட தோலில் 40% நீரும், 15% உப்பும் இருப்பதுடன், சுமார் ஓராண்டுக்கு மேலாகக் கெடாமல் இருக்கும். உப்பிடுதலை இரு உத்திகளில் நிகழ்த்தலாம். தோலின் தசைப்பகுதியில் சமஎடையில் உப்பைப் பரப்பி 20-30 நாள்களுக்குக் காத்திருக்கலாம். அல்லது நிறையுற்ற சோடியம் குளோரைடு கரைசலில் தோலை 16-24 மணி நேரத்திற்கு அமிழ்த்தி வைக்கலாம். உப்பிடப்பட்ட தோல் உலர்ந்துவிட்டால், அதனை மீண்டும் நீரேற்றத்திற்குட் படுத்துவதற்கு நீண்ட நேரம் பிடிக்கும். பதனிடுதலுக்கு முன்பாக உப்பு முழுதும் நீக்கப்பட வேண்டுமாதலால், இதற்கு மிகையளவில் நீர் தேவைப்படுகிறது. இதன் தொடர்ச்சியாக, கழிவகற்றச் சிக்கலும் பெரிதாகிறது. எனவே, உப்பு தேவைப்படாத குறுகியகாலப் பதப்படுத்துதல் முறைகளைக் கையாண்டு உரித்த தோலை இயன்ற அளவு விரைவில் பதனிடுதல் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. அண்மைக் காலத்தில் புதிய தோல்களை ஒருசில வாரங்கள் வரை கெடாமல் பாதுகாப்பதற்காகக் குளிரூட்டல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனால் மயிர்க்கால் குறிகள் (grains) சிதைவுறுதல் தவிர்க்கப்படுகிறது. இவ்வகைச் சிதைவு தோலின் தோற்றத்தையும், அதன் விளைவாக மதிப்பையும் பெரிய அளவில் பாதிக்கும்.

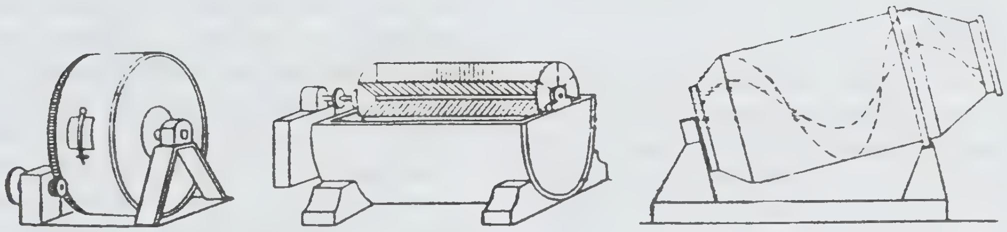
பதனிடலுக்கு முன்னோடிக் கட்டம் நனைத்தல் ஆகும். நனைத்தல் முறைகள் தோலின் நிலைமையைப்

பொறுத்தவை. உலர்ந்த, தடித்த தோல்களுக்குச் சுழலும் உருளைகள், துடுப்புகள், கலப்பிகள் ஆகியவற்றினால் நீண்ட நேரம் நீருடன் கலத்தல் தேவைப்படும். கிடைமட்ட அச்சில் உருட்டப்படும் மர உருளைகளே இத்துறையில் பயனாகின்றன. உருளையின் வடிவமைப்பின் வேறுபாடுகள் கொள்ளளவு 5-40 மீ³ வரை இருக்கலாம். துடுப்புகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருந்தால், பெரிய நீர்த் தொட்டியின்மீது அவற்றை அமைத்துத் தோல்களை புரட்டலாம். நீருக்கான செலவையும், கழிவகற்றச் சிக்கலையும் கருத்திற் கொண்டு இப்போது நனைத்தலுக்குக் கலப்பி முறையையே பயன்படுத்துகின்றனர். (படம் 1.) கற்காரைக் கலப்பிகளைப் போன்ற வடிவம் கொண்ட சாய்வான தடுப்புச் சுவர்கள் தோல்களை அங்குமிங்கும் புரட்டுவதற்கு வசதியாக இக்காலத்தில் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. நனைத்தலின் முதல் கட்டமான ஒரு மணி நேரத்தில் அழுக்கும், உப்பும் அகற்றப்படுகின்றன. இரண்டாம் கட்டமான ஆறு மணி நேர நனைத்தலில் நனைத்தல் தொட்டியில் நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள், 0,3% சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, புரதம் பிரி நொதிகள் (Proteolytic enzymes), நனைத்தல் ஊக்கிகள் ஆகியன சேர்க்கப்படுகின்றன.

அடுத்த கட்டம் மயிரகற்றமாகும். மயிர்கள் கெரோட்டின் என்ற புரதங்களாலானவை. இரு சல்ஃபைடு அமைப்புகளின் வாயிலாகக் குறுக்குப் பிணைப்புகளைப் புகுத்தவல்ல கந்தக அமினோ அமிலங்கள் கெரோட்டினில் மலிந்துள்ளன. எனினும், மயிர்க்கால்கள், முழுமையாக கெரோட்டினேற்றம் அடைவதில்லையாதலால் சல்ஃபைடுகள், எரிகாரம் , புரதம்பிரி நொதிகள் ஆகியவற்றால் எளிதில் பாதிக்கப்படுகின்றன. மயிரகற்றும் பொருள்களில் முதன்மை பெறுவது சோடியம் சல்ஃபைடு ஆகும். நீரியக் கரைசலில் இப்பொருள் நீராற்பகுப்புற்று எரிகாரத்தைத் தருகிறது. இதனைச் சுண்ணாம்புடன் கலந்தும் பயன்படுத்தலாம். இத்துறையில் பயனாகும் மற்றுமொரு கனிம சல்ஃபைடு ஆர்செனிக் சல்ஃபைடாகும். கரிம சல்ஃபைடுகளைப் பயன்படுத்தினால் நச்சுத் தன்மையும், ஒவ்வா நெடியும் கொண்ட ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு உருவாதலைத் தவிர்க்க இயலும். தயோ கிளைகாலிக் அமிலம், சல்ஃபாக்சிலிக் அமிலம் ஆகியவற்றை எரிகாரத்துடன் கலவைகளாகப் பயன்படுத்துதல் வழக்கத்திலுள்ளது என்றாலும், இது கழிவு நீரில் வேதி ஆக்சிஜன் தேவையை (chemical oxygen demand) கூடுதலாக்குகிறது. 5 நிமிடங்களுக்கு 10% எடை அளவுகொண்ட சோடியம் சல்ஃபைடிலிட்டால் மாட்டுத் தோல் முடி கூழ்வடிவில் அகன்றுவிடும். இதற்கும் குறைந்த சோடியம் சல்ஃபைடு பயன்படுத்தப்பட வேண்டியிருந்தால், சிறிது எரிகாரம் (1%) சேர்க்க வேண்டியிருக்கும். சுண்ணாம்புக் கலவையுடன் பயன்படுத்தும்போது 0.2-0.7% NaOH செறிவே போதுமானது.

புரதப்பிரி நொதிகளைக் கொண்டு முடியகற்றம் செய்தல் சுமார் நூறு ஆண்டுகளாக வழக்கத்திலுள்ளது, கணையத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் இந்நொதியைக் கொண்டு எதிர்ப்பு வலுமிக்க செம்மறியாட்டுத் தோலில் முடியகற்றம் செய்யலாம். அடர்ந்த எரிகாரத்தினால் திருத்தப்பட்ட தோலை இம்முறைக்குட்படுத்தினால் விரைவில் முடியகற்றம் நிகழும். லாக்டிக், அசெட்டிக் ஆகிய அமிலங்கள், சோடியம் பெராக்சைடு, பெரசெடிக் அமிலம் போன்ற ஆக்சிஜனேற்றிகளைக் கொண்டும் முடியகற்றம் செய்யலாம்.

முடியகற்றம் செய்யப்பட்ட தோலிலிருந்து சுண்ணத்தை அகற்றுதல் அடுத்த கட்டமாகும். கழுவப்பட்ட தோலை லாக்டிக் அமிலம், சோடியம் பைசல்ஃபேட், அம்மோனியம் சல்ஃபேட், CO_2 ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்றில் அமிழ்த்திச் சுண்ணாம்பு நடுநிலையாக்கப்படுகிறது. ஒரு மணி நேரத்திற்குப்பின் காட்டுப்பன்றியின் கணையத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நொதியைச் சேர்த்து 33°C இல் ஒரு மணி நேரம் ஊறவைத்தால் கொழுப்புக் கசடகற்றம் (bating) நிகழும். இந்நிலையில் சமையல் உப்பும் கந்தக அமிலமும், ஃபார்மிக்



படம் 1

அமிலமும் சேர்ந்த கலவையில் தோல் அமிழ்த்தப்பட்டு ஊறவைக்கப்படுகிறது (pickling). இதனால் தோல் வீங்கிப் பெருகுதல் தடுக்கப்படுகிறது.

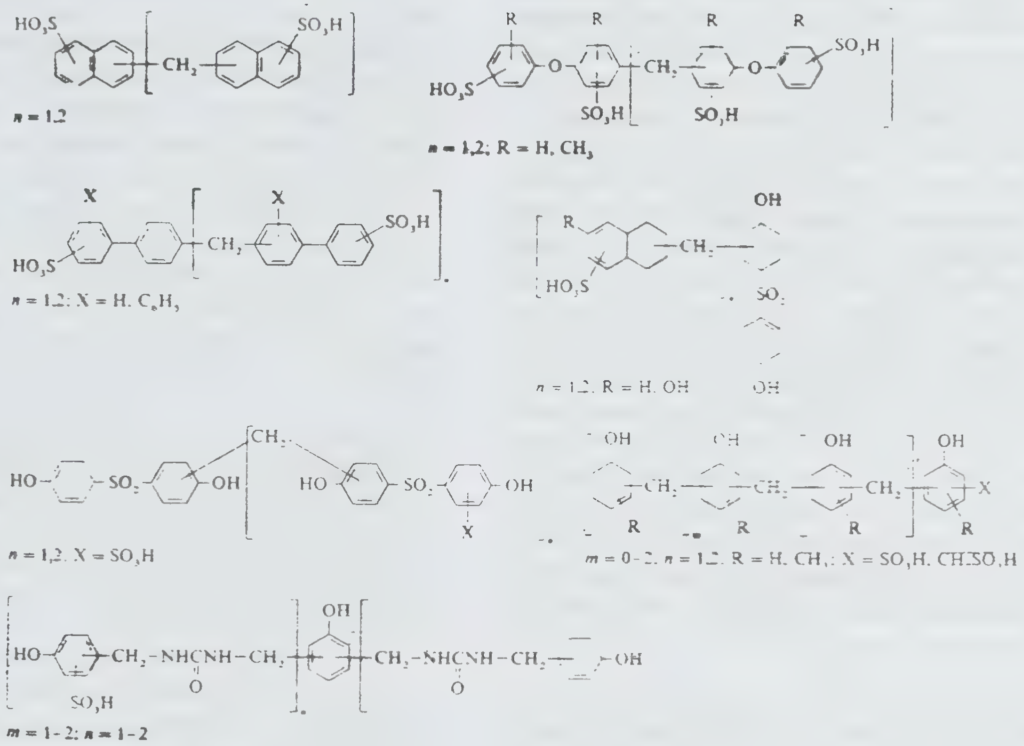
தோல் பதனிடுதல். கச்சாத் தோலை நுகர்வோர் தோலாக மாற்றும் செயல்முறையின் முதன்மையான கட்டம் பதனிடுதல் ஆகும். சில தாவரங்களிலிருந்து இறக்கப்பட்ட சாறு, பதனிடு பொருளாகப் பல நூற்றாண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளது. மரப்பட்டையிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட இச்சாற்றை டானின் அல்லது டானிக் அமிலம் என்பர். இணைதிறன் மூன்று கொண்ட குரோமியம் (Cr III) சேர்மங்களைப் பதனிடு பொருள்களாகப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் 1890 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் வணிக அளவில் தொடங்கி, இன்று முதன்மையான பதனிடு உத்தியாகக் கையாளப்படுகிறது. பயிரினவழிப் பதனிடுதல் குரோமியப் (அல்லது நிறமிய) பதனிடு முறையில் பதிலீடு செய்யப்பட்டுள்ளது; உலகில் 90%-க்கு மேல் குரோமியப் பதனிடலே கையாளப்படுகிறது. சில பயன்களுக்கு பயிரினப் பதனிடல் முறை விரும்பப்படுகிறது; குரோமியப் பதனிடல் செய்யப்பட்ட தோல் மீண்டும் பயிரினப் பதனிடலுக்குட் படுத்தப்படுவதும் உண்டு.

அமிலத்திலாழ்த்தி pH மதிப்பை 2.8-க்குக் கீழ் கொண்டு சென்றபின்பு பதனிடுபொருள் கரைசல் சேர்க்கப்படுகிறது. குரோமியம் சல்ஃபேட் கரைசலை ஓர் உருளையிலிட்டு தோலுடன் குலுக்க வேண்டும். கரைசலின் கார அளவு (basccity) 30-33% வரம்பில் இருத்தல் தேவை. $[OH^-]/[Cr^{3+}]$. செறிவு விகித விழுக்காட்டிற்குக் கார அளவு எனப் பெயர். Cr^{3+} அணைவுகள் தோலினுள் புகுந்து வினையுறுகின்றன. பின்பு கரைசலின் pH மதிப்பைச் சோடியம் பைகார்போனேட் சேர்த்து 4.2 என்ற நிலைக்கு உயர்த்த வேண்டும். இதற்குக் காரமூட்டல் (basicification) எனப் பெயர். இப்போது கொல்லஜன் புரதத்தின் வினை விரைவாகிறது. பதனிடு செயல்முறையை ஃபார்பேட் போன்ற மறைக்கும் வேதிப் பொருள்களால் (masking agents) திருத்தியமைக்கலாம். குரோமியம் பதனிடு கரைசலில் தோலின் எடையில் 6-10% வரை இருக்குமாறு 26% குரோமியம் ஆக்சைடை உள்ளடக்கிய பதனிடுபொருள் இருத்தல் தேவை; பதனிடுதலுக்குத் தேவைப்படும் நேரம் சுமார் 6 மணி நேரமாகும். உருளையிலிட்டு வேகமாகச் சுழற்றும்போது வெப்பநிலை 40°C க்கு உயர்கிறது. இதனால் குரோமிய ஊன்றுகை கூடுகிறது. பதனிடு கரைசலிள்ள குரோமியத்தில் சுமார் 70-80% வரை தோலை அடைகிறது. பதனிடுதலின் முழுமையை அறிவதற்குத் தோல் சுருங்கத் தொடங்கும் சிறும (minimum) வெப்பநிலையை அளவிடுதல் வழக்கம். முழுமையாகப் பதனிடப்பட்ட தோல் 100°Cஇல் 3 நிமிடங்கள் வரை சுருங்காதிருக்கும். தோல் நுழைந்துள்ள குரோமியத்தின் அளவு தோலின் எடையில் 4-6% Cr_2O_3 ஆகும்.

குரோமியம் III அணைவுகள் சிறந்த பதனிடு பொருள்களாகும். கார்பாக்சிலிக் எதிர்மின் அயனிகளின் அளவு கூடக்கூட, நேர்மின் அயனியான குரோமியம் சல்ஃபேட் எதிர்மின் அயனியாக மாறுகிறது. ஈதல் பிணைப்பிலுள்ள H_2O மூலக்கூறுகள் (ஈனிகள்) வெளியேற்றப்பட்டு, கார மூட்டலின்போது OH அயனிகளால் பதிலீடு செய்யப் படுகின்றன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் அணைவின் அளவைக் கூட்டுகின்றன. ஹைட்ராக்சில் இடைப் பிணைப்புகள் நிலையானவை; கார்பாக்சில் தொகுதிகளின் அணைவுப் பிணைப்பும் நிலைத்தன்மையைக் கூடுதலாக்கும். இதன் காரணமாகவே அலுமினியம், இரும்பு, சிர்கோனியம் ஆகியவற்றின் உப்புக்களைவிட குரோமிய உப்புகள் சிறந்த பதனிடு பொருள்களாக விளங்குகின்றன. கொல்லஜனுடன் குரோமியத்தின் பிணைப்பு அமினோ அமிலக் கிளைச் சங்கிலிகளில் கார்பாக்சில் தொகுதிகள் மூலமாக நிகழ்கிறது. பதனிடல் முடிவில் ஒவ்வோர் அணைவு மூலக்கூறிலும் 2-4 குரோமியம் அணுக்கள் இடம் பெறுகின்றன.

தாவர முறைப் பதனிடுதல். முன்பே கூறியது போல் இது ஒரு தொன்மையான வழிமுறையாகும். பல தாவரங்கள் பதனிடு பொருள்களைத் தருகின்றன; மரம், பட்டை, இலை வேர் எனப்பல பகுதிகளிலிருந்தும் இவை கிடைக்கின்றன. பொதுவாக வாட்டில் (wattle), சிந்தூர மரம், தொட்டாற் சுருங்கி, கழுக்கொட்டை (chestnut) ஆகிய மரங்களிலிருந்து பதனிடு சாறு இறக்கப்படுகிறது. வேதி அடிப்படையில் இயற்கைப் பதனிடு பொருள்கள் பாலிஹைட்ரிக் ஃபீனால்களின் வழிப் பொருள்களாகும். சான்றாக, காலிக் அமிலம், செடிலினிக் அமிலம் ஆகியன. குறுக்க வினையுறக் கூடிய பதனிடுபொருட்களுக்கு எடுத்துக்காட்டு காட்டெகின். பயிரினப் பதனிடுபொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால், சில சிறப்பான, விரும்பத்தக்க விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. காலணியின் உள்ளடி (sole) காலின் வடிவத்துடன் ஒத்துப்போகிறது. இடுப்புப் பட்டைக்கான (belt) தோல் பரிமாண நிலைப்புத் தன்மை பெறுகிறது. அறைகலன் உறைகளுக்குத் துவளுமை கூடுகிறது. இப்பதனிடல் முறை 3 வாரங்கள் முதல் ஒரு சில மாதங்கள் வரை பிடிக்கும். புறப்பரப்பில் பதனிடுபொருள் தேக்கம் ஏற்படாத வகையில் தோலைப் பதனிடுபொருளூட்டல் செய்தல் தேவை. இதற்காகப் பதனிடுபொருள் செறிவு ஏறு வரிசையில் அமைக்கப்பட்ட குழிகளில் வரிசையாக மாற்றி மாற்றி ஊறவைத்தல் வேண்டும்.

லிரிட்டன் முறை என்ற புதிய வழிமுறையில் 5% சோடியம் ஹெக்சாமெட்டா பாஸ்ஃபேட் (கால்கான் - Calgon) கரைசலில் 24 மணி நேரம் தோலை நனைத்து வைக்கின்றனர். போதிய அளவு கந்தக அமிலம் சேர்த்து pH மதிப்பை 2.8-ஆக நிலை நிறுத்தலாம். கால்கான் உப்புக் கண்டம் (calgon pickle) எனும் இம்முறையில் கழிவகற்றம் ஆண்டுக்கு ஒரு முறையே நிகழ்த்தப்படுகிறது. இவ்வாறு திருத்தப்பட்ட தோலைத் தொட்டாற்சுருங்கிச் சாற்றிலிட்டால் 11 நாள்களில் பதனிடல் நிறைவடையும்.



படம் 2. சில தொகுப்பு வகைப் பதனிடு பொருள்களின் மூலக்கூறு அமைப்புகள்

தொகுப்பு வழிப் பதனிடு பொருள்கள் (syntans). தொகுப்பு முறையில் தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கப்படும் பதனிடு பொருள்கள் ஃபார்மால்டிஹைடை ஃபீனால்களுடனும் சல்ஃபர் ஏற்றம் செய்யப்பட்ட நாஃப்தலீன்களுடனும் குறுக்கவினைப்படுத்தி உருவாக்கப்படுகின்றன. சில தொகுப்பு வகைப் பதனிடுபொருள்களின் மூலக்கூறு அமைப்புகள் படம் - 2 இல் தரப்பட்டுள்ளன. நீரில் கரையவல்ல ஃபீனால்கள் (மூலக்கூறு நிறை 500-5000) தோலின் கொலாஜனிலுள்ள ஹைட்ராக்சில், கார்பாக்சில் தொகுதிகளுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புற்றுக் கொல்லஜனை நிலைப்படுத்துகின்றன. கூடுதலான அளவில் ஏற்கப்படுவதால் தோல் தடித்ததாகிறது. இத்தோல்கள் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறத்திலுள்ளன.

தாவரப் பதனிடு பொருள்கள் பழுப்பு நிறமுடைய னவாகவும், தோலின் நெடிக்குக் காரணமானவையாகவும் உள்ளன. அவற்றின் கரைசல்கள் அமிலத்தன்மை கொண்டனவாகவும், சர்க்கரைப் பொருளை உள்ளடக்கி யனவாகவும் உள்ளன. இவற்றினால் பூசண வளர்ச்சிக்கு வாய்ப்பு தோன்றுகிறது. இக்குறைகள் தொகுப்புமுறைப் பதனிடு பொருள்களில் இல்லை. தாவரவகைச் சாறுகள் ஆக்சிஜனேற்றமடைவதால் கறுத்தும், விழுது படிந்தும் காணப்படுகின்றன. இரும்பு உப்புகளுடன் இச்சாறுகள் கறுப்பு மையைத் தோற்றுவிக்கக் கூடுமாதலால், இரும்பு உப்புகள் கலக்காமல் பாதுகாத்தல் தேவை. தொகுப்பு முறைப் பதனிடு பொருள்கள் இச்சிக்கலைத் தருவதில்லை என்பதுடன், தாவர வகைப் பதனிடுதலில் விளைவாகும் வீழ்படிவுகளையும் இவை கரைத்துவிடுகின்றன.

தொகுப்பு வழிப் பதனிடு பொருள்களைப் பல நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்தலாம். ∴பீனால் தொகுதி களை உயர் விகிதத்தில் கொண்டவை தனிப்பதனிடு பொருள்களாகும். ∴பீனால் தொகுதிகளைக் குறைந்த அளவில் கொண்டவற்றைத் தோலுக்குச் சாயமிடும்போது துணைப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்திச் சீர்மையாக்கலாம். மிகக் குறைவான பதனிடு திறன் கொண்ட, கார்பாக்சிலேட் தொகுதிகளை உள்ளடக்கிய, நடுநிலையாக்கும் தொகுப்புப் பதனிடு பொருள்கள் குரோமியப் பதனிடலின்போது நீராற்பகுப்பை எதிர்க்கும் பொருள்களாக உதவுகின்றன.

தாவர வகைப் பதனிட்ட தோலின் பண்புகள். காலணி அடித்தோல் கச்சிதமானதாகவும், தேய்மானத்தை எதிர்க்கவல்லதாகவும் இருக்க வேண்டும். பதனிடு பொருள்களினால் நிரப்பப்படும் அளவுக்குப் பதனிடப்பட்ட தோல் இறுக்கமாக இருக்கும். மெல்லப் பதனிடப்பட்ட தோலில் கொல்லஜனின் ஒவ்வொரு 100 கி. எடைக்கும் 80-90 கி.டானின்கள் இடம்பெறும். விரைவாகப் பதனிடப்பட்ட தோலில் இவ்விகிதம் 100:60 (அல்லது 70) ஆக இருக்கும். இடுப்புப் பட்டைகள், புத்தகக் கட்டு, சேணம் ஆகியவற்றுக்கான தோலில் 100:50 ஆக இவ்வெடை விகிதம் அமையும். மென்மையான தோல்களில் கொழுப்பு அடக்கம் கூடுதலாக இருக்கும். காலணி மேல் தோல் 20%; இடுப்புப்பட்டை 10%; சேணம் 20%; கூடுதலான அளவில் கொழுப்பை உள்ளடக்கிய தோல் வெப்பநிலையும், ஈரப்பதனும் உயரும்போது இக்கொழுப்பை உமிழக்கூடாது.

அலுமினியப் பதனிடலில் விளையும் நுகர் தோல் வெண்மை நிறம் கொண்டிருக்கும். குரோமியப் பதனிடல் தோலைப் போலன்றி, இத்தோல் நீர் எதிர்ப்புத் தன்மையற்றது. அலுமினியம் உப்புகள் எளிதில் நீராற்பகுக்கப்படுகின்றன. கார்பாக்சில் தொகுதிகளுடன் நிலைத்தன்மை குறைந்த அணைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இங்குக் கார மூட்டலுக்குப்பின் pH மதிப்பு 5.5 ஆகிறது; சுருங்கு வெப்பநிலை 85°C ஆகும். தாவரப் பதனிடலுடன் இணைந்து செயல்படுத்தினால், கொதிநீரிலிடும்போது வடிவமைப்புக் குலையாத (boilfast) தோல் கிடைக்கும். குரோமியப் பதனிடு கரைசலில் அலுமினிய உப்புகளைச் சேர்த்தால் குரோமிய உள்ளூட்டல் உயரும். அலுமினியப் பதனிடப்பட்ட தோல் சாயமிடப்பட்டவுடன் பளிச்சென்று மின்னும்.

குரோமிய உப்புகள் அரிதாகக் கிடைத்துக் கொண்டிருந்த போர்க் காலத்தில் இரும்பு உப்புகள் (Fe^{2+}, Fe^{3+}) பதனிடு பொருள்களாகப் பயனாயின. ரஷ்யாவில் டைட்டேனியம் உப்புகளும் பயன்படுத்தப்பட்டன. குரோமியப் பதனிடலில் சிர்கோனியம் சேர்க்கை வெள்ளைத் தோல் தயாரிப்புக்கு உதவியது; டைட்டேனியப் பதனிடல் தோல் மஞ்சள் நிறம் கொண்டது. உலோக உப்புப் பதனிடல்கள் யாவும் அமிலத் தன்மையால் தொடங்கப் பெற்று, பல்வேறு அளவுகளுக்குக் காரமூட்டல் செய்யப்படுகின்றன. சிர்கோனியம் சூழ்நிலைகளாலும் சுருக்கம் தவிர்க்கும் தோலை தருகிறது.

ஆல்டிஹைடும் பிற பதனிடல் முறைகளும். ∴பார்மால்டிஹைடு ஒரு சிறந்த குறுக்குப் பிணைப்புத் தோற்றியாகும். 40% பார்மால்டிஹைடு கரைசலான ∴பார்மலின் அமிலச் சூழ்நிலைகளில் சிறிதளவே தோலில் புகுகிறது; pH=7 எனும் நிலையில் நிறைந்த அளவில் தோலை அடைகிறது. புரதச் சங்கலிகளிலுள்ள அமீன் தொகுதி களுடன் ∴பார்மால்டிஹைடு வினையுறுகிறது. மென்மயிர் களை (furs)நிலைப்படுத்த இப்பொருள் உதவுகிறது. ∴பார்மால்டிஹைடுக்குப் பதிலாக குளூடரால்டிஹைடைப் பயன்படுத்தி மென்மையான, பருமன் மிகுந்த தோலைப் பெறலாம். சல்∴போகுளோரைடுகள், எப்பாக்சைடுகள், ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்பட்ட ஸ்டார்ச், ஐசோசயனேட்டுகள் ஆகியனவும் பதனிடு பொருள்களாகப் பரிந்துரைக்கப் பட்டுள்ளன.

யூரியா - ∴பார்மால்டிஹைடு, மெலமின்-பார்மால்டிஹைடு ஆகிய அமினோ ரெசின்களை மறு பதனிடலில் (retanning) பயன்படுத்துதல் வழக்கமாகவுள்ளது. அமிலச் சூழ்நிலை களில் இந்த ரெசின்களில் வினையுறு N - மெத்திலால் தொகுதிகள் மலிந்துள்ளன. இவை நிறமற்றவையாதலால், வெண்ணிறத் தோலைத் தருகின்றன. பாலி அக்ரிலேட்டுகளும் இவ்வகையில் சிறந்தனவாகும்.

எண்ணெய்ப் பதனிடல் மிகவும் பழமையான முறை யாகும். ஈரமான மாட்டுத் தோலும், மென்மயிர்த் தோலும் சில நிறைவுறாத இயற்கை எண்ணெய்களை உறிஞ்சுகின்றன. மீன் எண்ணெய், சூரியகாந்தி எண்ணெய் ஆகியன இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கனவாகும். தோலில் பூசப்பட்ட பின்பு ஆக்சிஜனேற்றமும் பல்லுறுப்பி ஆக்கமும் நிகழ்கின்றன. உலரும்போது மென்மையாகிறது. எளிதில் ஈரமடைகிறது; கண்ணாடியைத் துலக்குவதற்குப் பயனாகிறது. அக்ரோலின் போன்ற ஆல்டிஹைடுகள் தோன்றுவதால் மஞ்சள் நிறம் கொண்டுள்ளது.

சாயமிடல். இன்று தயாரிக்கப்படும் தோல் முழுதும் நீரில் கரையவல்ல தொகுப்புச் சாயங்களினால் நிறமிடப்படுகின்றன. சுழலும் உருளைகளில் தோல் சாயமேற்றப்படுகிறது; சாயத்தின் எடை தோலின் எடையைப்போல் 2½ மடங்கு இருக்கும். 10 நிமிடங்களில் சாயமிடல் முழுமையடைகிறது. சாயத்தின் தன்மை, தோலின் தன்மை, அமிலத் தன்மை, வெப்பநிலை ஆகியன சாயமிடல் பாதிப்புக் காரணிகளாகும். தோல் தொழிலில் பயனாகும் சாயங்களுள் பெரும்பாலானவை எதிர்மின்னேற்றம் கொண்டவை; நேர் மின்னேற்றப் பரப்பில் நன்கு பிணைகின்றன. குரோமியப் பதனிடப்பட்ட தோல் பரப்பு நேர்

மின்னேற்றம் கொண்டது; ஆனால் இம்மின்னேற்றம் நாளடைவில் குறையும். இதனால் விரைவில் நிகழும் சாயமேற்றத்தினால் நிறப்பரவல் சீர்மையுடன் இருப்பதில்லை. 1-2% ஃபார்மிக் அமிலம், அசெட்டிக் அமிலம் அல்லது லாக்டிக் அமிலம் சேர்த்துச் சாயமிடலை முழுமையாக்கலாம்.

இதன் மூலமாகச் சாய உப்பு சாய அமிலமாக மாறுகிறது. எதிர் மின்னேற்றச் சாயங்களை ஏற்றிய பின்பு காரச் சாயங்களை ஏற்றிக் கண்கவர் புறத் தோற்றத்தை உருவாக்கலாம். நீர்ச்சலவை, உலர் சலவை, தேய்மானம், ஒளி, வேர்வை ஆகியவற்றின் தாக்கத்திற்கு ஈடு கொடுக்கவல்ல சாயத்தைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். தோலில் கொழுப்பு அடக்கம் உயர்வாக இருந்தால், சாயம் கரைந்து அகன்றுவிடக்கூடும். தோலின் பரப்பில் கொழுப்புச் செறிவேற்றம் நிகழாது பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

கொழுப்புச் சேர்க்கை. தோல் ஆடைகளுக்கும், அறைகலன் உறைகளுக்கும் ஓரளவு மென்மை தேவைப்படுகிறது. கொழுப்புப் பொருளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் இதனை நிறைவேற்றலாம். கொழுப்புச் சேர்க்கை தோலின் இழுவலுவையும், கிழிதல் எதிர்ப்பையும் உயர்த்துகிறது. 14 கார்பன் அணுக்களுக்கு மேல் நேர்சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட கொழுப்புப் பொருள் தோல் இழை வலையமைப்பை உயவு செய்கிறது. தோலுக்கு மென்மையூட்டுவதற்குக் குறைந்தது 5% கொழுப்பு அடக்கம் தேவை. கையுறைகள், ஆடைகள், உறைகலன் ஆகியவற்றில் 15%க்கும் மேலாகக் கொழுப்புப் பொருள் ஏற்றப்பட்டிருக்கும். கொழுப்புச் சேர்க்கை தோலுக்கு நீர்விலக்கும் பண்பை ஏற்றுவதால், இதன் பின்பு சேர்க்கப்படும் வேதிப் பொருள்களைச் சரியாக இருத்த இயலாது. எனவேதான், கொழுப்பேற்றத்தை ஏறத்தாழ இறுதிக்கட்டச் செயல்முறையாகக் கையாளுகின்றனர்.

திணித்தல் (stuffing) என்ற வழிமுறையில் ஈரமான தோலை ஓர் உருளையிலிட்டு, மீன் எண்ணெய், திண்மக் கொழுப்பு, பால்மமாக்கி ஆகியவற்றைக் கலந்து 40-50°c வெப்பநிலை வரம்பில் பல மணி நேரம் சுழற்ற வேண்டும். இதனால் 20-30% வரை கொழுப்பு ஏற்றம் நிகழ்ந்து, வழவழப்பான கருத்த புறப்பரப்பைத் தருகிறது.

கொழுப்புக் கலத்தல் (fat liquoring). குரோமியப் பதனிடல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உடனேயே, 1900ஆம் ஆண்டுவாக்கில், கொழுப்புக் கலத்தல் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. நீருடன் கொழுப்பு 3:1 என்ற பருமன் விகிதத்தில் பால்மமாக்கப்பட்டு, 60°Cஇல் தோலின்மீது பூசப்படுகிறது. தோலின் மொத்த எடையில் 5-8% குறை வரம்பிலும் சமச்சீர்மையாகப் பங்கீடு செய்தலுக்கு இம்முறை ஏற்றதாகும். குரோமியப் பதனிடப்பட்ட தோலைத் தொட்டவுடன் இப்பால்மம் உடைகிறது; இது புறப்பரப்பை நிறைவு செய்து, பின்பு உள்ளிடுக்குகளில் ஊடுருவுகிறது; ஒரு மணி நேரத்தில் செயல்முறை முழுமையடைந்து விடுகிறது. அமிலமிடப்பட்ட செயல்முறையைச் செவ்வனே நிகழ்த்தலாம். கொழுப்புப் பால்மங்கள் பொதுவாக எதிர் மின்னேற்றம் கொண்டவை; குரோமியப் பதனிடு பொருள்களுடன் 4% வரை கொழுப்புப் பொருளைச் சேர்க்கலாம். இதனால் கொழுப்பு ஊடுருவல் தீவிரப்படுத்தப்படுகிறது. குரோமியப் பதனிடு பொருள்களின் பரவலும் சீர்மையடைகிறது. எதிர்மின் தன்மை கொண்ட கொழுப்பு, சாயம் போன்ற பிற எதிர்மின்தன்மை கொண்ட சேர்மங்களை இடப்பெயர்ச்சி செய்யக் கூடும். கொழுப்புக் கலத்தலுக்குப் பின்பு அமிலமிடுதலால் இது தவிர்க்கப்படுகிறது. சில சூழ்நிலைகளில் நேர்மின்தன்மை கொண்ட கொழுப்புப் பொருள்களும் பயன்படுகின்றன. இவற்றை எதிர்மின்தன்மை கொண்ட கொழுப்புப் பொருள்களால் நடுநிலையாக்கிப் பயன்படுத்தும்போது, இப்பால்மங்கள் தோலை நன்கு ஊடுருவுகின்றன.

கொழுப்பு ஏற்றப்பட்ட தோலை ஓரிரு நாள்களுக்கு அறை வெப்ப நிலையில் வைத்தல் சீர்மையை உறுதி செய்யும். இங்குப் பயன்படும் பயிரின மற்றும் விலங்கின எண்ணெய்கள் பெரும்பாலும் சல்ஃபா ஏற்றம் செய்த பின்பே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பருத்திவிதை, நெல்தவிடு, சோயா அவரை, மீன், பன்றி ஆகியவற்றின் எண்ணெய் இதற்குப் பயன்படும். சல்ஃபா ஏற்றம் செய்வதற்குப் பதிலாக அயனித் தன்மையற்ற புறப்பரப்புச் செயலிகளான அலக்கைல் சல்ஃபேட்டுகள், ஈதர் சல்ஃபேட்டுகள் ஆகியவற்றை எண்ணெய்களுடன் சேர்க்கலாம்.

தோலின் ஈர உறிஞ்சல் தன்மையைத் தவிர்ப்பதற்கு நீர் விலக்கும் பொருள்களைச் (சிலிகோன்கள் அல்லாத குளோரோ ஃபுளுரோ ஹைட்ரோ கார்பன்கள்) சேர்க்கலாம். நாய்த்தோல் (chamois leather) தயாரிப்பில் எண்ணெய் புகுத்துதல் மிகையாகச் செயல்படுத்தப்படுகிறது. சமாய் (chamois) என்றதொரு கிளைமானின் (antelope) தோலிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டு வந்த இத்தோல் இப்போது ஆட்டுத் தோல்களில் எண்ணெயைப் புகுத்தித் தயாரிக்கப்படுகிறது. எண்ணெய் திணிக்கப்பட்ட தோலைக் காற்றுப்படும்படி வைத்திருந்து எண்ணெய் ஆக்சிஜனேற்ற முறுவதற்கு வழி செய்யப்படுகிறது. தனித்தியங்கு உறுப்புகளை இடைநிலைப் பொருள்களாகக் கொண்ட இயங்குமுறையில் வலுவான சக பிணைப்புகள் உருவாக்கப் படுகின்றன. பிற தோல்களைப் போலல்லாமல் இத்தோல் நீரை உறிஞ்சவல்லதாகும்.

உலர்த்தலும் நீட்டலும். கொழுப்பு சேர்க்கப்பட்ட தோல் சுருக்கம் நீக்குவதற்காக (setting out) உருளைகளுக் கிடையில் அமுக்கப்படுகிறது. இதனால் மிகையான நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. இச்செயல் முறைக்குப் பின் தோலில் 60% நீர் இருக்கும்; உலர்த்தப்பட்ட பின்பு இது 12% ஆகக் குறையும். நன்கு நீட்டப்பட்ட தோல் உலர்த்தப்படுகிறது. உலர்த்தும் குகை வழியே 24 மணி நேரத்திற்குச்

செலுத்தப்பட்டு வெளியே எடுக்கப்படுகிறது. பளபளப்பான உலோகப் பரப்பின்மீது நீட்டி, பொருத்தப்பட்ட தோலை வெற்றிடத்தில் 80°C இல் உலர்த்தினால் 10 நிமிடங்களில் உலர்தல் முடிவுறும்.

உலர் தோலைப் பல பயன்களில் ஈடுபடுத்தலாம் என்றாலும், மூடு காலணி (shoe) போன்றவற்றிற்கு இத்தோல் மிகக் கடினமானதாகக் கருதப்படுகிறது. எனவே, மீண்டும் 20% நீரைப்புகுத்துதல் தேவை. மீண்டும் ஈரமாக்கப்பட்ட தோல் நீட்டல் முறையில் மென்மையாக்கப்படுகிறது. விரைவாக அதிரும் கூம்பு ஊசிகளுக்கிடையில் சுமந்து செல்லும் பட்டைகளைக் கொண்டு தோலைச் செலுத்தி, அழுத்தி இழுக்க வேண்டும். சீர் செய்யப்படாத, உலர்ந்த தோலை ஒட்டுத் தோல் (crust leather) என்பர். மெழுகுகள், மெருகு பூச்சுகள் ஆகியனவற்றால் புறப்பரப்புக் குறைபாடுகள் அகற்றப்பட்டு, சீர்மையான மென்மை ஏற்றப்படுகிறது. தும்பெடுத்தல் (buffing) முறை மூலம் சீர்மையுற்ற மயிர்க்கால் அமைப்புகள் அகற்றப்பட்டு, மயிர் நுண்குமிழ்கள் (hair follicles) பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

அடுக்குவாரிப் பூச்சுக்கள் (layerwise coatings). நுண்துளை மலிந்த பொருள்கள் நீர்மங்களை உறிஞ்ச வல்லன. தோல் இதற்கு விதிவிலக்கு அன்று. இத் துளைகளை மூடுவதற்காக மூன்று பூச்சுகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அளிக்கப்படுகின்றன. அடிப்பூச்சுக்குக் கருமைக் கார்பன், இரும்பு ஆக்சைடுகள், ஹெலிசரின் நிறமிகள் ஆகியன பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இப்பூச்சுக் கலவையில் 12-20% வரை பல்லுறுப்பி அடக்கம் இருக்கும். இக்கட்டத்தில் பெட்டிப் (iron) போட்டால் பல்லுறுப்பித் தோலில் ஒட்டுவது எளிதாகும். இரண்டாம் பூச்சில் பாலிஅக்ரிலேட்டுகள் மலிந் திருக்கும். அடிப்பூச்சைவிடக் கடினத்தன்மை இரண்டாம் பூச்சில் கூடுதலாக இருக்கும். மூன்றாம் (மேல்) பூச்சில் நீரிய நைட்ரோ செல்லுலோஸ் பால்மம் இடம்பெறுகிறது; இதில் நிறப்பொருள் கிடையாது: இதன் திண்மப் பொருள் அடக்கம் 10%க்கு மிகாது. இப்பூச்சு தேய்மான எதிர்ப்பு உடையதாகவும், அதே நேரத்தில் தோலை வளைக்கும் போதும் மடிக்கும்போதும் நெகிழக்கூடியதாகவும் இருத்தல் தேவை. இங்குப் பயன்படுத்தப்படும் பல்லுறுப்பிகளில் பாலி அக்ரிலேட்டுகள், பாலிபியூட்டாடையீன்கள் மற்றும் பாலி யூரித்தேன்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. பூச்சுகள் தெளித்தல் முறையிலோ, வார்ப்பு முறையிலோ அளிக்கப்படுகின்றன.

மேம்பாடடைந்த நாடுகளில் மொத்த தோலில் சுமார் 50% அனிலீனைக் கொண்டு சீர்செய்யப்படுகிறது. அனிலீனுடன் சிறிது நிறப்பொருளைக் கலந்தும் சீர் செய்யலாம். அனிலீனின் நிறத்திலிருந்து இப்பொருள்கள் சற்றே வேறுபடுவதால் இருவண்ண அமைப்புடன் மெருகேற்றப் பொலிவை அடைகின்றன. இவ்வகைத் தோலையும் துருத்திய உருவப் பதிப்புக்கு (embossing) உட்படுத்தலாம். இதனால் ஆழமான பகுதிகளும், துருத்திக் கொண்டிருக்கும் பகுதிகளும் மாறுபட்ட நிறங்களுடன் தோற்றமளிக்கும். துருத்திய பகுதிகளைத் தும்பகற்றம் செய்து (bicolour refringence) உருவாக்கலாம். குரோமியப் பதனிடலுக்குட்படுத்தப்பட்ட தோலைப் பெரிய உருளை அழுத்தத்திற்குட்படுத்தி, மடிப்புகளைத் தோற்று வித்தால், இம்மடிப்புகள் நிலைத்து நிற்கும். இத்தோலை அனிலீன் சாயமேற்றினால், சாயம் சமச்சீரன்றி ஏற்கப்பட்டு, மடிப்புகள் துல்லியமாகத் தெரியும்.

கண்ணாடி உருளையினால் தோலின் பரப்பின்மீது தேய்த்து மெருகேற்றம் (glazing) செய்தல், அக்ரிலேட் போன்ற வெப்பத்தால் நெகிழவல்ல நெகிழிகளால் (plastic) பூச்சு அளித்தல், பால் புரதமான கேசினின் அடிப்படையில் பூச்சு அளித்தல் ஆகிய செயல்முறைகள் சில வகைத் தோல்களுக்குக் கையாளப்படுகின்றன.

தோலைப் பதப்படுத்தும் செயலில் மேற்கூறிய முறைகள் குறிப்பிடப்பட்ட வரிசையிலேயே செயல்படுத்தப்பட வேண்டும். எனினும், அனைத்து வகைத் தோல்களுக்கும் எல்லாச் செயல்முறைகளும் தேவையில்லை. உலர்த்துதல், உப்பிடல், உறைகலவையில் பாதுகாத்தல், நனைத்தல், முடியகற்றம், சுண்ணம் அகற்றம், கசடகற்றம், பதனிடல், மறு பதனிடல், சாயமிடல், கொழுப்புச் சேர்க்கை, உலர்த்தல், நீட்டல், பூச்சுவழிச் சீர் செய்தல் ஆகியன செயல்முறை வரிசையாகும்.

மென்மயிர்த் தோல் (fur) பதப்படுத்துதல். கற்கால மனிதன் குளிரிலிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்வதற்காக இவ்வகைத் தோலையே போர்த்தி வந்தான். மீக்குளிர் மாநிலங்களில் இத்தோல் கதகதப்புக்காகவும், மிதமான தட்பவெப்பமான மாநிலங்களில் அதன் வனப்பு, புறத்தோற்றம், கவின்மிகு வண்ணம் ஆகியவற்றினால் ஈர்க்கப்பட்ட காரணத்தினாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பண்டைக் காலத்து மென்மயிர்த் தோல்கள் உலர்த்தப்பட்டு, பயிரினப் பதனிடல் அல்லது புகைவழிப் பதனிடல் செய்யப்பட்டது. வடதுருவ (arctic) நிலங்களில் தோலிலுள்ள இயல்பான கொழுப்பின் ஆக்சிஜ னேற்றத்தினாலேயே பதனிடல் நிகழ்த்தப்பட்டது. இப்பகுதிகளில் பதனிடப்பட்ட தோல்கள் மிதச்சீர்மிகுந்த (temperate), அதி உயர் (tropical) தட்பவெப்பநிலைகளுக்கு ஏற்றவையல்ல. ஏனெனில் இப்பகுதிகளில் நுண்ணுயிர்த் தாக்கம் விரைவாக நிகழும்.

காட்டு விலங்குகள், வளர்ப்பு விலங்குகள் இரு வகைகளிலிருந்தும் மென்மயிர்த் தோல்கள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. வடஅமெரிக்காவில் வாழும் நரி, முயல், காட்டுக்கீரி (mink), நீரெலி (musk rat), சீல் (seel), பாரசீக ஆடு (Karakul) ஆகியன பெரும்பான்மையான மென்தோல் தயாரிப்புக்குக் காரணமான தோற்றுவாய்களாகும்.

காட்டுக்கீரி விலங்கின் தோல் மென்மயிர்த் தோல்வகைகளுள் மிக உயர்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. உப்பிடப்பட்ட தோலிலிருந்து எண்ணெய் பிசுக்கை அகற்றுவதற்குக் கரைப்பான்களுடனும், மரத்தூளுடனும் ஓர் உருளையிலிட்டுக் குலுக்குதல் கையாளப்படுகிறது. மரத்தூள் அகற்றப்பட்ட பின்பு படிக்காரத்தைப் பயன்படுத்திப் பதனிடல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இத்தோல்களுக்குச் சாயமேற்றுவதற்கு ஆக்சிஜனேற்றச் சாயங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. காற்றுப்படுமாறு தொங்கவிட்டு வண்ணத்தை மேலும் அடர்வாக்கலாம். இந்நிலையில் தோல்களின்மீது ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்பட்ட லினோலின் பூசப்பட்டு ஓர் உதைக்கும் எந்திரத்தில் புகுத்தப்படுகிறது. இவ்வெந்திரம் தோலைக் கசக்கி, பிசைந்து சீர்மையாக்குகிறது. ஒரு மணி நேரம் நிகழும் நீட்டுதல், தசை அகற்றம், மரத்தூளிடுதல், பிசுபிசுப்பகற்றம் ஆகியன மீண்டும் மீண்டும் செயல்படுத்தப் படுகின்றன. இதனால் இயன்றவரை நீட்டலும், மென்மையும் பெறப்படுகின்றன.

பாரசீக ஆடு முக்கியமாக ஆப்கானிஸ்தானத்தில் வளர்க்கப்படுகிறது. ஆண் ஆடுகள் பெரும்பாலும் பிறந்த மூன்றாம் நாளே கொல்லப்படுகின்றன. தோலின் தசைப்பகுதியில் உப்பிடப்பட்டுப் பதப்படுத்தப்படுகிறது. பின்பு ஒட்டகத் தோலினாலானதொரு தொட்டியில் நீர், உப்பு, பார்லி மாவு ஆகிய பொருள்களை இட்டு, தோலை ஊறவைக்க வேண்டும். பார்லி மாவு நொதித்தல் மூலம் சில அமிலங் களைத் தருகிறது. கேடுவிளைவிக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சியை நொதித்தல் வாயிலாகத் தடுக்கலாம். இத்தோல்கள் மணல்மீது பரப்பப்பட்டு உலர்த்தப்படுகின்றன. இடையிடையே நீரில் கழுவி உப்பகற்றம் செய்யப்படுகின்றன. பதப்படுத்தப்பட்ட தோல்கள் வகையிடப்படுகின்றன. நிறமும், முடியின் சுருட்டைத் தன்மையும் வகையீட்டுக்கு அடிப்படையாகும். நனைத்தல், தசை அகற்றம், குரோமியப் பதனிடல், கொழுப்புச் சேர்க்கை ஆகிய செயல்முறைகள் பிற தோல்களுக்குள்ளதே போல் இருக்கும். பதனிடப்பட்ட தோலை ஓர் உருளையில் நீர், மரத்தூள், கரைப்பான் ஆகியவற்றுடன் சுழற்ற வேண்டும். மூன்று மணி நேரத்திற்குப் பின் தோல்களை அகற்றி உதறினால் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் மரத்தூள் உதிர்ந்துவிடும். சக்கரங்களுக்கு மேல் செலுத்தி, முடியைச் செங்குத்தாக்க வேண்டும். இச்செயல்முறைகளை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்த்த வேண்டியிருக்கலாம். இச்செயல் முறைகளின் போது தோலின் நிறம் மாறுவதைக் காணலாம்.

குறைக் கத்திரித் தோல்கள் (shearlings). ஆட்டுத் தோல்களைக் கம்பளியை அகற்றாது பயன்படுத்துதல் ஒரு சிறப்பு முறையாகும். தோலின் கம்பளிப் பகுதியிலுள்ள இயற்கைக் கொழுப்புகளை அகற்றுதல் செயல்முறையின் முதற் கட்டமாகும். சோடியம் பைகார்போனேட், சோப்புகள், தொற்று நீக்கிகள் ஆகியவற்றின் கலவையில் தோல் நனைக்கப்படுகிறது. பின்பு கழுவப்பட்ட தோலை 5% NaCl கரைசலிலும், பின்பு pH = 2 என்ற நிலைக்குக் கொண்டு வருவதற்குத் தேவைப்படும் H_2SO_4 கரைசலிலும் அமிழ்த்த வேண்டும். சோடியம் ∴பார்மேட்டை மறைக்கும் பொருளாகப் பயன்படுத்திக் குரோமியப் பதனிடல் செய்யப்படுகிறது. குரோமியப் பதனிடல் துடுப்புத் தடுப்புகள் கொண்டு அடைக்கப்பட்ட தொட்டியில் நடத்தப்படும். இதற்கு இரண்டு நாள்கள் பிடிக்கும். கொழுப்புச் சேர்க்கையும் நீட்டலும் பிற தோல்களுக்குள்ளதே போல் நிகழ்த்தப் படுகின்றன.

- மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் பதனிடல்

இயற்கையில் கிடைக்கும் தாவரப் பொருள்களைக் கொண்டு தோல்களைப் பதப்படுத்தலாம். பலவகைப்பட்ட தாவரங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட நீர்மம் பண்படாத் தோல்களுக்கு நிறமூட்டவும், அவை அழுகிச் சிதையாமல் காக்கவும் பயன்படுகிறது. ஒரு சில தாவரப் பொருள்களில் பதனிடும் தன்மையைத் தருகின்ற சேர்மங்கள் அடங்கியுள்ளன. இப்பொருள்கள், தோலில் உள்ள கொல்லாஜன் என்னும் இழைநார் இணைந்து நிலையான தன்மையுடைய தோல்களைத் தரும்.

தாவரப் பதனிடும் பொருள்கள். தாவரப் பதனிடும் பொருள்களைப் பலவகைப்பட்ட தாவரங்களிலிருந்து பெறலாம். இவற்றில் பட்டை, மரம், இலை, கிளை, கனி, மொட்டு, வேர், கொட்டை போன்றவை வணிக முறையில் பயன்படுபவை. மேற்கூறிய பொருள்களில் பதனிடும் சாரங்கள் சிலவற்றில் மிகுதியாகவும் சிலவற்றில் குறைவாகவும் காணப்படும்.

பதனிடும் பொருள்களைக் கொண்டு பதனிடுவதற்கு நீண்ட காலமாகும். பதனிடும் காலத்தைக் குறைப்பதற்குத் தாவரப் பதனிடும் சாரங்களைப் பட்டை, மரம், கொட்டை போன்றவற்றிலிருந்து தயாரித்துப் பயன்படுத்தி வந்தனர். இவற்றை நீர்த்த பொருளாகவோ, கெட்டிப் பொருளாகவோ, தூளாகவோ பயன்படுத்தினர். இவற்றில் நீர்த்த பொருள்களின் விலை குறைவு. பதனிடும் தூள் விலை மிகுதி.

பட்டைகளைக் கொண்டு தோலைப் பதனிட்டுப் பலவிதமான ஒப்பனைகளைச் செய்து பல பொருள்களைச் செய்தனர். தோல் ஆய்வுத் தந்தையாகிய பிராக்டரும் தாவரப்பொருளே சிறந்தது எனக் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

பல்வகைத் தாவரப் பதனிடும் பொருள்கள். தாவரப் பதனிடுவதற்குப் பட்டை, மரக்கட்டை, கொட்டை போன்றவை பயன்பட்டன. அவற்றில் ஆவாரம் பட்டை, கொன்னம் பட்டை,வாட்டில் பட்டை, கடுக்காய், இங்கிக்காய், கருவேலம் பட்டை, செஸ்ட்நட் மரச்சாரம், சுமாக் இலை, குப்ரசோ மரச்சாரம் என்பன அடங்கும்.

பதனிடும் பொருள்களின் கூறுகள். பதனிடும் பொருள்களை இரண்டு வகையாகப் பிரித்துள்ளனர். பிராஸ்ட்டன்பெர்க் என்பார் தாவரப் பதனிடும் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றவாறு நீராற்பகுப்படையும் (hydrolysable) அல்லது! பைரோகலால் பதனிடும் பொருள் என்றும், சுருங்கிய அல்லது கேட்டக்கால் பதனிடு பொருள் என்றும் இரு வகையாகப் பிரித்தார். நீராற் பகுப்புறும் பதனிடும் பொருள் நொதிகளால் சிதைவுறும்; ஆனால் சுருங்கிய பதனிடு பொருள் நொதிகளால் சிதைவுறாது. எ-டு: கடுக்காய், செஸ்ட் நட் ஆகியன நீராற்பகுபடும் பதனிடும் பொருள்கள் சுருங்கிய பதனிடும் பொருள்கள் ஆவாரம், கொன்னம், வாட்டில் ஆகியன.

பகுப்பாய்வு. தாவரப் பொருள்களைப் பகுப்பாய்வு செய்யும்போது பதனிடும் பொருளின் அளவு, பதனிடும் தன்மையற்ற பொருளின் (nontannins) அளவு, நீரில் கரையாத பொருள்களின் அளவு ஆகியவற்றை அறிய வேண்டும்.

தாவரப் பதனிடும் முறைகள். இம்முறைக்குத் தோல்களில் உள்ள சுண்ணாம்பை முழுவதும் நீக்கினால் போதும். சில சமயங்களில் தோல்களை வேரி ஊற வைத்துப்பின்பு பதப்படுத்துவர். pH அளவு 4.0-4.2 வரை இருந்தால் தாவரப் பதனிடுவதற்கு ஏற்றதாக இருக்கும். இக்காலத்தில் விரைவுப் பதனிடு முறைக்குத் தோல்களை pH = 4.2 அளவிற்கு வேரி ஊற வைத்துப் பின்பு செயற்கைப் பதனிடும் பொருளைக் கொண்டு முன்பதனிட்டுப் பின்பு மிகவும் கெட்டியான பொருள்களைக் கொண்டு பதனிடலாம்.

பட்டையைத் துண்டுகளாக நறுக்கி இளவெப்ப நீரில் ஊற வைத்து பின்பு மறுநாள் தேவையான நீர் சேர்த்துப் பதனிடுவர். இம்முறைக்கு இரண்டு நாள் ஆகும். தோல்கள் பட்டையில் நன்றாக ஊறியபின் வெளுமையாக்கிப் பின்பு கடுக்காய்க் கொட்டைச் சாரத்தில் மூன்று நாள் ஊறவிட்டு அதே நீரில் கழுவிப் பலகையில் (setting beams) கூர்மையில்லாத கத்தியினால் சவ்வுப்பக்கம் தள்ளுவர். இதனால் நீர் குறைக்கப்பட்ட தோல், எண்ணெய் போடுவதற்கு ஏற்றதாக அமையும். பின்பு கடலை எண்ணெய், புங்கம் எண்ணெய் இவற்றை இருபுறமும் பூசி உலர வைப்பர். பதமாக இருக்கும் நேரத்தில் டானா என்னும் நிலைப்படுத்தும் (setting) பணியைச் செய்வர். இதனால் தோல் அழகாகவும் சுருக்கமற்றும் இருக்கும்.

பின்பு தோல்களைச் சவ்வுப் பக்கம் கல்லடித்து (buffing) எடை போட்டுப் பார்ப்பர். இதற்குக் கொடி எடை என்று பெயர். இதனால் தோல்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட கொடி எடை கிடைக்கும். எ-டு: செம்மறி ஆட்டுத் தோலுக்கு 30 விழுக்காடும், வெள்ளாட்டுக்கு 33 விழுக்காடும், கிப்ஸ் என்னும் காளை மாட்டுத் தோல்களுக்கு 40-45 விழுக்காடும் கொடி எடை காணப்படும்.

- எம்.எஸ். ஒளிவண்ணன்

தோல் பதிலீடுகள்

தோலுக்குப் பதிலாக அதன் பண்புகளில் சிலவற்றைச் சிறப்பாகக் கொண்ட செயற்கைப் பொருள்கள் சிலவும் அண்மைக் காலத்தில் வழக்குற்றுள்ளன. இவை நுண்துளை மானிகள் (poromeries) மற்றும் பூச்சுத் துணிகள் (fabricated fabrics) என இரு வகைப்படும். காலணித் தயாரிப்பில் நுண்துளைமலினிகளும் ஆடைகள் தயாரிப்பில் பூச்சுத் துணிகளும் பயன்பட்டு வருகின்றன. பூச்சுத் துணிகளுக்கு ஈரத் தோற்றத் துணிகள் (wet look fabrics), டோட்ஸ் (totes), டிஸ்கோ (disco) என்ற வேறு பெயர்களும் உண்டு.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது ஏற்பட்ட தொழிலாளர் தட்டுப்பாட்டினால் காலணி அடிப்பகுதி களுக்குத் தோலை நியோப்ரின் ரப்பரினால் பதிலீடு செய்ய வேண்டியதாயிற்று. தோல் கிடைப்பதில் அவ்வப்போது ஏற்பட்ட தொய்வுகளால் மரபு வழியில் தோல் பயன்படுத்தப்பட்ட பல துறைகளில் தோல் பதிலீட்டுப் பொருள்கள் பயன்படத் தொடங்கின. இவற்றுள் ஆடவர் காலணி அடிப்பகுதிகளுக்கு யூரித்தேன் பூச்சளிக்கப் பட்ட துணிகள் பயன்படுத்தப்பட்டமையும் ஒன்றாகும்.

பூச்சுத் துணிகள். பூச்சுத் துணிகள் துணியும், பூச்சும் என இரண்டு கூறுகள் கொண்டவை. பூச்சு, ரெசின் எனப்படும் பல்லுறுப்பியாலானது. சில இயற்பியல் பண்புகளுடன் கூடிய பொருள்களைச் சிக்கனமாகப் பெறத்துணிகள் ரெசின் பூச்சு செய்யப்படுகின்றன. இவ்வகைத் துணிகளின் பல தரங்களும், தன்மைகளும் தயாரிப்பு முறைகளும் வருமாறு:

சாட்டின் (satin) வகைப் பருத்தித் துணிகளின் மீது திண்மநிலை வினைல் ரெசினைப் பதித்தல் இத்துறை யிலேயே முதன்முதலாகச் செயல்படுத்தப்பட்ட, செலவினம் குறைவான முறையாகும். தோலின் தோற்றத்தை எதிர்பலிக்கும் இப்பூச்சு பெரிதும் விரும்பப்பட்டது. எனினும் தோலினாலான காலணிகளிலும், இருக்கைகளிலும் மீண்டும் மீண்டும் விறைப்பதால் தோன்றும் சிறு நிலையான மடிப்புகள் வினைல் பூச்சு கொண்ட செயற்கைத் தோலில் இடம் பெறா. திண்ம வினைல், தொட்டால் குளிர்ச்சியாகவும், கடினமாகவும் இருக்கும். காற்றையும் ஈரத்தையும் புகவிடுவதுமில்லை. இக்குறைபாடுகளால் இத்தோல் காலணித் தயாரிப்புக்குப் பயன்படுவதில்லை.

விரிவாக்கப்பட்ட வினைல் (expanded vinyl) திண்ம வினைலைவிடத் தொடுகைப் பண்புகளில் (tactile characteristics) உயர்ந்ததாகும். காற்றுக் குமிழிகள் புகுத்தப்பட்ட இப்பொருளில் நெகிழ்வு (flexibility) கூடுதலாக இருக்கும். திண்மநிலை வினைலைவிடக் கதகதப்பாகவும், மென்மையாகவும் இருக்கும். இவ்விரு வகை வினைல் மேல் பரப்புகளில் நுண்புகைப் படலங்களில் (1, 2,3) வேறுபாடு நன்கு வெளிப்படுகிறது. படம் 2 இல் உள்ளது காலணித்

படம் 1, 2, 3

தயாரிப்புக்கும், படம் 3இல் உள்ளது அறைகலன் உறைத் தயாரிப்புக்கும் ஏற்றவை. முன்னது நெய்யப்பட்ட துணியாகும்; பின்னது பின்னப்பட்ட ஏந்தியையும் (supporter) மெல்லிய அடுக்குகளையும், கொண்டது. குமிழி அமைப்பு (மூடிய நுரைக்குமிழிகள்) பொருளுக்குப் போதுமான உட்புக விடுதிறனை அளிப்பதில்லை. எனவே ஈரப்புகவிடவில் திண்ம வினைலிருந்து இது பெரிதும் மாறுபட்டதன்று.

பூச்சு வகையில் அண்மைக்காலத்தியது யூரித்தேன் பூச்சு ஆகும். இப்பூச்சு கொண்ட துணி பண்பில் தோலை ஒத்தது. யூரித்தேன் பூச்சு கணிக்கப்பட்ட துணியின் ஓரளவு ஈரத்தைப் புகவிடும் பண்பு பெற்றிருக்கும். மணிக்கு ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பு 5-18 கிராம் அளவு ஈரத்தைக் கடத்தும் பண்பு இப்பொருளுக்கு உண்டு. வினைலுடன் ஒப்பிடுகையில் இது கூடுதலானாலும் மரபு வழி நுண்துளைமலினிகளுடன் ஒப்பிடுகையில் குறைந்ததே. மூடப்பட்ட காலணியில் வசதியாக அணிவதற்கு ஈரப் புகவிடுதிறன் குறைந்தது 40 கி/மீ^{2}/மணி எனும் அளவுக்கும், இயன்றால் 60-80 கி/மீ^{2}/ மணி அளவுக்கும் இருத்தல் நலம். யூரித்தேன் பூச்சளிக்கப் பட்ட துணியின் நுண்புகைப்படம் படம் 4இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பூச்சுக்குப் பற்றுப்பொருளாக (substrate) பயன்படுத்தப்படும் துணியின் வகை, தயாரிக்கப்படும் பொருளின் இறுதிப் பயனைப் பொறுத்தது. காலணிப் பயன்களுக்கு நெசவுத் துணிகளும், அறைகலன், உடை ஆகியவற்றுக்குப் பின்னல் வகைத் துணிகளும் ஏற்றன. முதன்முதலாக வினைல் பூச்சுகள் பருத்தித் துணியின் மீதே செய்யப்பட்டன. எனினும் பின்னலில் பாலிஎஸ்ட்டர், பால்எஸ்டர்-பருத்திக் கலப்பினத் துணிகளுக்கும்

பயன்படுத்தப்பட்டன. திண்ம வினைல் பூச்சுகளின் எடை 200 - 270 கி/மீ^{2} ஆகவும், தடிமன் 0.3 0.75 மி.மீ. ஆகவும் உள்ளன. பொதுவாக, இப்பூச்சு வினைல் குளோரைடு பல்லுறுப்பியைப் பல்வேறு நிலைநிறுத்திகளாலும் நிறமிகளாலும் திருத்தித் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்வினைல் பூச்சு தொடர்ந்து நகர்ந்து கொண்டிருக்கும் துணி மீது பூச்சாகவோ, அழுத்தி வார்த்தல் வாயிலாகவோ, பிழிந்து வார்த்தல் வாயிலாகவோ செய்யப்படுகிறது. பயன்படும் வினைல் பல்லுறுப்பியின் வடிவம் பூச்சு முறையைப் பொறுத்தது. பொதுப் பயனுக்கான ரெசின் உருக்கிப் பூசப்படுகிறது.

சில சமயங்களில் நெகிழ்வூட்டியின் துணைக் கொண்டு வினைல் துகள்கள் நுண்தொங்கலாகப் பூசப்படுவதும் உண்டு. கரைப்பானல்லாத மற்றொரு நீர்மத்தினை விளாவி இந்நுண்தொங்கல்களின் பாகுதன்மையைச் சீராக்கலாம். பால்மப் பல்லுறுப்பாக்கல் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட வினைல் பொருளைத் தெளித்து உலர்த்திப் பொடியாகவும் செய்யலாம். (துகள்களின் விட்டம் 0.5 - 5.0 மைக்ரோ மீட்டர் வரம்பாகும்). பொதுப் பயன் வகையைவிட இவை நிலை கூடுதலானவை யாயினும், எளிதில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நேரடி முறையிலோ, மாற்று முறையிலோ வினைல் பிளாஸ்டிசால் வார்ப்புச் செய்யப்படுகிறது. முதலாம் முறையில் கத்தி முனையின் உதவியுடன் துணியின்மீது பரப்பப்பட்டு, ஓர் அடுப்பில் வைத்துச் சூடாக்கப்படுகிறது. பொதுவாக, பல்லடுக்குப் பூச்சு அளிக்கப்படுகிறது. துணியின் நுண்ணிய இடுக்குகளிலும் வினைல் பூச்சு இறுக்கமாகவும், வெடிப்புறக்கூடியதாகவும் இருக்கும். பூச்சின் விளைவாகத் துணியின் நெகிழ்ச்சி குறையாமல் இருக்க மாற்றுப்பூச்சு பயன்படுகிறது. எளிதில் விடுபடும் காகிதத்தின் மீது பிளாஸ்டிசால் பூசப்படுகிறது. இதனை ஓர் அடுப்பு வழியே செலுத்திய பின்பு இதன்மீது ஒட்டுவிப்பியாலானதொரு படலம் போர்த்தப்படுகிறது. இவ்வடுக்கின்மீது தாங்குதுணி அழுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு பெறப்படும் உடுக்கை அமைப்பு மீண்டும் ஓர் அடுப்பு வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இறுதியாக அமைப்புக் குளிர்விக்கப்பட்டு, காகிதம் அகற்றப்படுகிறது. ஒட்டியின் படலம் (adhesive film) துணியினுள் ஆழமாக ஊடுருவதால் ஓரளவு நெகிழவல்ல பூச்சுக் கிடைக்கிறது.

மெருகேற்றுப் பூச்சு, பிழிந்து வார்த்தல் ஆகிய முறைகளும் வழக்கத்திலுள்ளன என்றாலும், தொடர்ச்சியாக நீளமான பூச்சுத் துணிகள் தயாரிப்பதற்கு மட்டுமே இவை ஏற்றவை; வார்ப்புப் பூச்சு முறையைவிட இம்முறைகளுக்கு மலிவான, பொதுப் பயன் வினைல் ரெசின் போதுமானது. மாற்று மற்றும் மெருகேற்ற உத்திகளினால் விரிவு வகை (expanded) வினைல் பூச்சுகளை அளிக்கலாம். ஐரோப்பிய பூச்சுத் துணிகளில் தோலடுக்கு, ஒட்டுவிப்பி அடுக்கு, நுரை அடுக்கு என்னும் மூன்று படல்களைக் காணலாம். வினைல் ரெசின் தயாரிப்பிலேயே நைட்ரஜன் அல்லது கார்பன் டை ஆக்சைடை விடுவிக்கும் ஒரு பொருளைப் புகுத்தி, பூச்சு அளித்தபின் சூடுபடுத்த வேண்டும். அப்போது விடுபடும் வளிமம் மூடிய அறை நுரை அமைப்பை உருவாக்குகிறது. வேதிப்பொருள் சிதைவினால் வளிமத்தை உருவாக்குவதை விட அழுத்தமிக்க காற்றை நேரடியாகப் புகுத்தி நுரையேற்றம், செய்வது சிறந்தது. ஏனெனில் இம்முறையில் உருவாகும் நுரையேற்றுப் பொருளில் ஒவ்வாத நெடி இராது. ஆனால், பிற வினைல் பூச்சுகளைப் போலல்லாமல், இப்பூச்சுகள் சற்றே கூடுதலான துளையமைப்புக் கொண்டவை. இதனால் இவை மூடு காலணிகளுக்கும் உள்ளுறைகளுக்கும் பயன்படும். வேதிப் பொருள்களால் உருவாக்கப்பட்ட நுரைகளைக் கொண்ட அமைப்புகள் திறந்த வகைக் காலணிகளின் மேல் புறங்களுக்கும், கைப்பைகளுக்கும், அறைகலன் உறைகளுக்கும் ஏற்றவை.

யூரித்தேன் பூச்சுத்துணிகள் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்டபோது இரண்டு உட்கூறுகளைக் கொண்ட கலவையாகப் பூசப்பட்டன. இக் கூறுகளுள் ஒன்று பாலிஹைட்ரிக் ஆல்கஹால் மற்றொன்று பாலிஐசே; சயனேட் நீர்ம நிலையில் இவற்றைக் கலந்து பூசியபின் இப்பூச்சில் பல்லுறுப்பி வினை நிகழ்ந்து, பாலியூரித்தேன் உருவாகிறது. இவ்வழிமுறையில் துனிப்பூச்சு ஒட்டுதலில் சிக்கல் தோன்றியதாலும், பூச்சின் மென்மையைக் கட்டுப்படுத்த இயலாமற் போனதாலும் வெப்பத்தால் நெகிழ்வல்ல யூரித்தேன் கரைசல்களை வார்ப்பு முறையில் பூசும் வழக்கம் தோன்றியது.வினைலைப் போலன்றி, யூரித்தேன் பூச்சுகளில் நெகிழ்ச்சி உள்ளமைப்பிலேயே பொதிந்துள்ளது. அதாவது வினைல் ரெசினின் திறத்திற்குப்போல யூரித்தேனை மென்மையாக்க ஓர் மென்மையூட்டி தேவையில்லை. இதற்கு யூரித்தேன் எஸ்ட்டர் சக யூரித்தேன் பகுதியில் நீளத்தைக் குறைத்தாலே போதும். இவ்வகை அமைப்பினால் யூரித்தேன்களின் உருகுநிலைக்கும் கண்ணாடி மாற்ற வெப்பநிலைக்கும் (glass transition temperature) மிகப் பரந்த இடைவெளி ஏற்படுகிறது. இதனால் அவற்றை மிகப் பரந்த வெப்பநிலைகளுக்கிடையே பயன்படுத்த முடிகிறது. வினைல் அமைப்புகளைவிடப் பத்து மடங்கு கூடுதலான இழுவலிமை கொண்டனவாதலால் பாலியூரித்தேனின் திறத்தில் மெலிந்த பூச்சே போதுமானது. உலர்ந்த பூச்சின் நிறை 50-100 கி/மீ.^{2} ஆகும். இப்பூச்சினால் துணியின் பரப்பில் தோலை ஒத்த வெடிப்புகள் உருவாதல் எளிதாகிறது. துணியின் ஒரு புறத்தில் துருத்தியவாறு இழைகளை அமைத்து (napping) அதன் மீது பூச்சை அளித்தால், இவ்விழைகளுக்கிடைப்பட்ட பகுதிகளில் மடங்கல் ஏற்பட்டுத் தோலில் மடிப்புகள் தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. வினைல் பூச்சுகளுக்குத் தேவைப்படுவது போல் வெப்ப வகை நிலையிறக்கத்தினின்று பாதுகாப்புத் தேவையில்லையெனினும், நீர்ப்பகுப்பிலிருந்து பாதுகாக்கப் பட வேண்டிய கட்டாயம் யூரித்தேன்களுக்கு உண்டு. தேவைப்படும் நிலையூட்டத்தின் (stabilisation) அளவு பாலிஈதர் வகை யூரித்தேன்களை விடப் பாலிஎஸ்ட்டர் வகை களுக்குக் கூடுதலாகும்.

வினைல்களுடன் ஒப்பிடுகையில் பாலியூரித் தேன்களில் தெளிவாகத் தென்படும் குறைபாடு அவற்றைக் கரைப்பதற்குத் தேவைப்படும் கரைப்பான்களின் விலையாகும். டைமெத்தில் ஃபார்மைடு (DMF), டெட்ராஹைட்ரோஃபியூரான் (THF) ஆகிய விலையுர்ந்த நச்சுத்தன்மைமிக்க கரைப்பான்கள் இங்கு இன்றியமையாதவையாகின்றன. கரைப்பானை மீட்கும் அமைப்புகளும் உள்ளன என்றாலும் பெரிய அளவில் கரைப்பானைப் பயன்படுத்தினால் மட்டுமே இச்செலவை ஈடுசெய்ய இயலும்.

நுண்துளை மலினிகள். பூச்சுத் துணிகளைப் போலத் துணியும், பூச்சும் என இரு கூறுகளைக் கொண்டிராமல் முழுப் பல்லுறுப்பியாகவோ, இழைகளின் வலிவூக்கப்பட்ட பல்லுறுப்பியாகவோ நுண்துளை மலினிகள் அனைத்தும் உள்ளன. மேலும் இவற்றில் திறந்த செல் அமைப்பும் இருப்பது இன்னொரு சிறப்பு. இச்சிறப்புடை செல்களின் அளவும் வடிவமைப்பும் ஈரத்தை உட்புக விடுவனாகவும் நீர்ம நீரைத் தடுக்கக் கூடியனவாகவும் இருக்கும். மேலும் பிய்ந்து போகாமை போன்ற சில சிறப்பியல்புகளுக்கும் செல் அமைப்பு இயைந்தது.

வலிவூக்கப்படாத நுண்துளைமலினித் தோல் அதன் தயாரிப்பில் எளிமையையும், மாற்றம் புகுத்தவல்ல தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. தோலின் மீட்சிக் குணகத் திலிருந்து பெருமளவிற்கு மாறுபட்டிருத்தல் இவ்வகைத் தோலில் முதன்மையான குறைபாடாகும். இதன் தகைவு (stress), திரிபு (strain) வரைபடம் ரப்பரின் வரைபடத்தை ஒத்தது. இக்குறைபாட்டைச் சரிசெய்யும் வகையில் அதன் எளிதிற் பிளவுபடும் இயல்பு உள்ளது. நன்கு மடிக்கவல்ல மெல்லிய படலங்களாகத் தயாரிப்பதற்கு இப்பொருள் மிக ஏற்றதாகும். இதைச் செதுக்கவும் முடியும். மாறாக, வலிவூக்கப்பட்ட பொருள் சமச்சீர்மை குன்றியது. செதுக்கவும் இயைந்ததன்று. எனினும் குணக வகையில் தோலையே ஒத்தது. இதன் வணிகப் பெயர் கார்∴பாம் (corfam) ஆகும். கார்∴பாமின் குறை அகற்றப்பட்டுக் கிளாரினோ என்னும் பொருள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. தளர்ந்த வலையமைப்புள்ள நெய்யாத் துணியை அடிப்படையாகக் கொண்ட நுண்துளை மலிந்த யூரித்தேன் இறுக்கமின்றிப் படிகிறது.

இழையிட்டு வலிவூக்கப்படாத நுண்துளைமலினிகளை ஒரே சீரான நுண்துளை மலிந்த வலையமைவில் பல்லுறுப்பாக்க வீழ்படிவாக்கல் மூலம் பெறலாம். தகுந்த துணித் தாங்கியின் மீது யூரித்தேன் கரைசலைப் பிழிந்து வார்த்தல் முறையில் பூசப்படுகிறது. யூரித்தேனைக் கரைக்காமல் யூரித்தேன் கரைசலிலுள்ள கரைப்பானுடன் மட்டும் கலக்கவல்ல நீர்மமொன்றில் (நீர்) இவ்வலையை அமிழ்த்துவர். வலையினுள் நீர் நுழையும் தருணத்தில் கரைசலிலிருந்து பல்லுறுப்பி வீழ்படிவாகிறது. நீர்மப் பரிமாற்றம், வீழ்படிவாதல் ஆகியவற்றின் மொத்த விளைவு நுண்துளை மலிந்த யூரித்தேன் படிவு ஆகும். நுண்ணுயிர் யூரித்தேனின் இயைபு, கரைசலில் திண்ம அடக்கம் (solids content) கட்டத்தின் கால அளவு, வெப்பநிலை ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்தி நுண்துளைக் குறுக்களவை விருப்பம் போல் ஏற்படுத்தலாம். கரைப்பானல்லாத நீர்மத்தை அளந்து சேர்த்தல் வலையின்மீது நீராவியைச் செலுத்துதல் ஆகியவையும் சில உத்திகள். நன்கு தூளாக்கப்பட்ட நிரப்பியொன்றைச் சேர்த்து, பிறிதொரு கட்டத்தில் அதனை அகற்றுதல் பயன்மிக்க செயலாகும். சோடியம் குளோரைடும், அம்மோனியம் சல்∴பேட்டும் இத்துறையில் பயன்படும் வேதிப்பொருள்கள். இவை யூரித்தேன் - DMF கலவையிடப் படுகின்றன. பின்பு நீர் சேர்க்கப்படும்போது இவை நீர் நிலைமைக்கு வெளியேறி அமைப்பால் நுண்கூடுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இறுதித் திண்மக் கட்டமைப்பால் 13μm (மைக்ரோ மீட்டர்) குறுக்களவு கொண்ட பெரிய கூடுகள் 1μm விட்டம் கொண்ட சிறு கால்வாய்களால் இணைக்கப் பட்டுள்ளன.

இழை வலிவூக்கப்பட்ட நுண்துளைமலினிகளைத் தயாரிப்பதற்குப் பல உத்திகள் வழக்கிலுள்ளன. இவற்றுள் காணப்படும் பெரும் வேறுபாடு இழையின் கட்டமைப்பையும், பல்லுறுப்பியுடன் அது எந்த அளவுக்கு ஒன்றியுள்ளது என்பதையும் பொறுத்தது. நெய்யாத் துணிகளைக் கொண்டு வலிவூக்கப்பட்ட தோல் பதிலிகள் இயற்கைத் தோலின் மீட்சிக் குணகத்தை எட்டுகின்றன. மாறாக, நெய்யப்பட்ட துணிகளின் அடிப்படையில் தயாரிக்கப்படும் நுண்துளைமலினிகள் துவளுமை கூடுதலாக அமையப்பெற்றன. பாலிஎஸ்ட்டர், நைலான் போன்ற நெய்யாத் துணிகள் வலிவையும் நீள் மீட்சியையும் ஏற்றுகின்றன. ரேயானைப் பயன்படுத்தி ஈர உறிஞ்சலைக் கூடுதலாக்கலாம். கார்∴பாம் நெய்யப்பட்ட துணிகளால் வலிவூக்கப்பட்டது.

இழைகள் மெத்தை வடிவில் அமுக்கப்பட்டு, ஊசியினால் குத்தி இழுக்கப்படுகின்றன; இதன் மூலமாக வலையின் அடர்த்தியும், உருவநிலைத் தன்மையும் அறுதி செய்யப்படுகின்றன. பொதுப் பயன்களுக்கு, 1. ச.செ.மீ.க்கு 60 - 90 துளைகள் போதுமானவை. நுண்ணிய அளவிலும் சீர்மை தேவைப்படின், 900 - 1500 ஊசிக் குத்துகள் தேவைப்படும். இதனால் இழைச் சிணுக்கு எண் 100 கொண்ட துணியின் புறப்பரப்புச் சீர்மையை எய்தலாம். எனினும் இத்தகைய அடர்வான குத்துகளை மரபுவழி முறைகளால் பெற முடியாது. இச்சிக்கலைத் தீர்க்கும் நோக்கத்துடன் டுபாண்ட் நிறுவனத்தார் சுருங்கவல்ல இழைகளைப் பயன்படுத்தினர்.

ஜப்பானியர் விரிவாக்கிய ஒரு முறையில் கொல்லாஜனைப் போன்றதோர் இழையை உருவாக்கினார். ஒன்றோடொன்று கலக்காத இரு நீர்மப் பல்லுறுப்பிகளைப் பிழிந்து வார்த்து இழைகள் பெறப்படுகின்றன. பின்பு இரு பல்லுறுப்பிகளுள் ஒன்றைக் கரைப்பானில் கரைத்து அகற்றினால் உள்ளீடற்ற மென்மையான அடுக்கவல்ல இழை உண்டாகிறது.

ஊசிக் குத்தலுக்குப் பிறகு நெய்யாத் துணி வலிவூக்கப்பட்ட ரெசினால் உள்ளூட்டம் செய்யப்பட்டு, யூரித்தேன் கரைசலால் பூச்சளிக்கப்படுகிறது. இதன் பின்பு வலிவூட்டல் தவிர்த்த உத்திகளில் உள்ளதே போல் இங்கும் தோய்த்தல் நிகழ்த்தப்படுகிறது. உள்ளூட்டலின் அளவு ஈர உறிஞ்சலையும் உட்புகவிடு திறனையும் அறுதியிடுகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் பாதுகாப்பு

தோல் அழுகக் கூடியது. நிரந்தர பாதுகாப்பிற்கான பதனிடல் உடனடியாக மேற்கொள்ளப்படாததால், தோல்களைத் தற்காலிகமாகப் பாதுகாக்கவும் வேண்டும். இதற்கான விதிமுறைகளே 'பாதுகாப்பு' என்ற தொடரால் சுட்டப்படுகின்றன.

தோலின் வேதி இயைபில் கெரோட்டின், எலாஸ்டின், கொல்லஜன் என்னும் நார்வகைப் புரதங்களும், அல்புமின், குளோபுலின், மென்கெரோட்டின்கள் ஆகிய நீரில் கரையக்கூடிய புரதங்களும், கொழுப்புப் பொருள்களும் உண்டு. இவற்றில் எளிதில் கெடாதன கெரோட்டினும் எலாஸ்டினும் மட்டுமே. கொல்லஜனை அடுத்த படியாகக் கூறலாம். ஏனைய புரதங்களும் கொழுப்புப் பொருளும் அழுகக் கூடியனவே. கொல்லஜன் மட்டும் தோலின் முதற்பொருள் ஆதலால் அதனைக் கெடாமல் பாதுகாக்க வேண்டியது மிக இன்றியமையாதது.

ஒரு விலங்கு இறந்ததுமே அதனுள் இயங்கி வந்த பாதுகாப்பு அமைப்புகள் செயலிழந்துவிடுகின்றன. தோலிலும் இதுவே நிகழ்கிறது. உயிரிழந்த நிலையில் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள நுண்ணுயிரிகளின் தாக்குதலுக்கு இவை எளிதில் ஆளாகின்றன. தம் உணவு தேவைகளுக்காகத் தோலிலுள்ள புரதம் மற்றும் கொழுப்புப் பொருள்களை நுண்ணுயிரிகள் நொதி என்னும் வேதிப் பொருள்களைச் சுரந்து நீர்ப்பகுப்பு முறையில் வேதிப் பிணைப்புகளைத் துண்டித்துச் சிதைத்துக் கரைக்கின்றன. தோலினுள்ளேயே காணப்படும் சில சொந்த நொதிகளை கூட இது போன்ற சிதைவை ஊக்குவிப்பதும் உண்டு. இதற்கு தன் முறிவுச் சிதைவு (autolytic decomposition) என்று பெயர். இச்சிதைவுகளின் விளைவாக ஒரு வகைக் கெடு நெடியும்,மஞ்சள் நிறமும், தோல் மெலிவும் ஏற்படுவதுண்டு. மயிர்க் குழிகளிலுள்ள மென் புரதங்களே முதலில் சிதைபவை. பிடித்து இழுத்தால் கையோடு வந்துவிடும் அளவுக்கு மயிர்ப்பிடிப்பு கட்டுவிட்டுப் போய்க் தளர்ந்து விடுகிறது. பிற பகுதிகள் பாதிக்கப்பட்ட நிலையிலும், குருதிக் குழாய்களில் மட்டும் நன்னிலையிலேயே நீடிப்பதுண்டு. ஆயினும், பதனிடும்போது இக்குழாய்கள் கூடுதலாகப் பாதிக்கப்பட்டு, தோலின் மேற்பரப்பு பெருமளவு சேதம் அடைந்துவிடும். காலம் தாழ்த்திப் பாதுகாப்பு செய்யப்படும் தோல் ஓரளவுக்குக் கெட்டுப்போவதோடு கரையும் புரதங்களில் தோலினுள் வீழ்படிவு அடைதலும் உண்டு.

நொதிகளே தோல் கெட்டுப்போகக் காரணமாவதால் அவற்றைச் சுரக்கும் நுண்ணுயிரிகளைக் கொன்றோ, செயலிழக்கச் செய்தோ அழுகலைத் தடுக்க வேண்டும். நுண்ணுயிரிகளின் இயக்கத்திற்கு ஓரளவு வெப்பமும் நீரும் தேவைப்படுவதால் குளிர்ச்சி செய்தலும், நீர் இறக்கலும் பாதுகாப்பு முறையின் அடிப்படைகள் எனலாம். உலர்த்தியோ, நீர் உறிஞ்சு பொருளைப் பயன்படுத்தியோ நீரிறக்கம் செய்யலாம். உப்பு நீருறிஞ்சும் பொருள்களில் ஒன்று. எனவே உலர்த்தலும், உப்பிடலும் உப்புக் கரைசலில் பதப்படுத்தலும் தோலைப் பாதுகாக்கப் பயன்படுகின்றன.

உலர்த்தல். விலங்கிலிருந்து அகற்றப்பட்ட தோலை உலர்த்தும் வழிமுறைகள் பதனிடப்பட்ட பிறகும் சாயமேற்றப்பட்ட பிறகும் கொழுப்புத் திணிக்கப்பட்ட பிறகும் தோலை உலர்த்தப் பயன்படுவனவேயாகும். (காண்க: தோல் உலர்த்தல்). இவற்றுள் காற்றில் உலர்த்தலே தொன்று தொட்டு வழங்கி வருவது. பாம்பு மற்றும் செம்மறியாட்டு தோல்களுக்கு இதுவே ஏற்றது. உலர்த்தும் அளவு உரிய அளவில் இருக்க வேண்டும். புற இறுக்கத்தால் உட்பகுதியில் ஈரம் நீடிக்கிறது. இதனால் நுண்ணுயிர்த் தாக்கத்திற்கு ஏதுவாகிறது. மேலும் நனைக்கும்போது தோலின்மீது கொப்புளங்கள் போன்ற தோற்றம் உருவாகி, இறுதியில் துளைகள் தோன்றும். துணிகளை உலர்த்துவதுபோல் கொடியில் தொங்கவிட்டு உலர்த்தல் எளிய முறையானாலும் இதனை நிழலில் செய்ய வேண்டும். தோலை உப்பிட்டு உலர்த்துதல் ஊறுகாய்களுக்கு உப்பிடுதலைப் போன்றதே. பூச்சிகளினால் பாதிப்புறாமல் தடுக்கும் பொருட்டு ஆர்செனிக் உப்புக் கரைசலில் தோய்த்தும் உலர்த்தலாம். தோல்களை மடிக்க வேண்டியிருப்பின், முழுமையாக உலர்வதற்கு முன்பே மடித்து விடுதல் நல்லது. மடிப்புகளில் வெடிப்புகள் தோன்றுவதை இது தவிர்க்கிறது.

உப்பிட்டுப் பதப்படுத்தல் (salt curing). மித வெப்பநிலை கொண்ட ஐரோப்பிய மற்றும் அமெரிக்க நாடுகளில் மாட்டுத் தோல்களைப் பாதுகாப்பதற்கு உப்பிட்டுப் பதப்படுத்தும் முறையே கையாளப்பட்டு வருகிறது. ஏறத்தாழ 25' x 25' x 5' கனஅளவு கொண்ட பெட்டியில் தோல்கள் ஒன்றன்மீது ஒன்றாக அடுக்கப்படுகின்றன. 1 கி.கி. தோலுக்கு 1 கி.கி. உப்பு கையாளப்படுகிறது. ஓர் உப்புப் பெட்டியில் ஏறத்தாழ 2000 தோல்களைப் பதப்படுத்தலாம். உப்புப் பதனிடல் முழுமையடைய மூன்று வாரங்கள் பிடிக்கும். உப்புப் பெட்டியில் தோல்களைச் சரிவர அடுக்குவதற்கே சில நாள்கள் ஆகுமாகையால் பதப்படுத்தும் நேரத்தைக் கடைசி தோலைப் பெட்டியிலிடும் தருணத்திலிருந்து கணக்கிட வேண்டும். பதப்படுத்தியபின் தோல்களை ஒவ்வொன்றாக அகற்றி, உப்பை ஒரு கத்தியால் மெல்லச் சுரண்டி எடுத்துப் பதப்பாட்டை அறிய வேண்டும். சரியான பதத்தில் தோல் தரம் பிரிக்கப்படும். முறையாகப் பதப்படுத்தப்பட்ட தோல்களைக் குளிர்பதன அமைப்பின்றி மித வெப்பநிலையில் ஓராண்டுக் காலம் வரை கெடாமல் பாதுகாக்கலாம். பதப்படுத்த, தூய உப்பைப் பயன்படுத்தினால் செலவு மிகுதி. எனவே பயன்படுத்திய உப்பே மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரிய தொழிலகங்களில் தோலின் தரம் பெரிய காரணியாகத் கருதப்படுவதால் ஒருமுறை பயன்படுத்தப்பட்ட உப்பை மீண்டும் பயன்படுத்தவதில்லை.

உப்புக் கரைசலில் பதப்படுத்துதல் (brine curing) **.** இம்முறையில் தோல்கள் விரைவாகப் பதப்படுத்தப் படுகின்றன. இதற்கான முதலீடு சற்றே கூடுதலாக இருப்பினும் பயன்கள் அதனை ஈடுசெய்கின்றன. உரிக்கப்பட்ட தோலின் மீதுள்ள புழுதியும், பிற தூசிகளும் குளிர்விக்கும் தோலை எந்திரத்தில் புகுத்தி அகற்றப்படுகின்றன. பின்பு சதை அரியும் கருவியில் (fleshing machine) செலுத்திக் கடினமான கொழுப்புப் பொருள் வெட்டி அகற்றப்படுகிறது. அகற்றப்படும் கொழுப்பைப் பின்னொரு கட்டத்தில் தோலில் கொழுப்பேற்றம் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தலாம். பின்பு தோல் உப்பு நீர்த் தொட்டிகளில் நனைக்கப்படுகிறது. தெவிட்டிய உப்புக் கரைசல் (saturated salt solution) ஊடகத்தில் 48 மணி நேரத்திற்கும் மேலாகத் தோல் பதப்படுத்தப்படுகிறது. உப்புக் கரைசல் தோலில் முழுமையாக ஊடுருவிவிட்டால், அத்தோல் பதப்படுத்தப்பட்டதாகக் கருதப்படும்.இந்த நிலையில் தொட்டியிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு முறுக்கிப் பிழியப்படுகின்றன. பிழியப்பட்ட தோல்கள் சிறிதளவு கூடுதல் உப்புச் சேர்க்கப்பட்டுக் கட்டுகளாகத் தொகுக்கப்படுகின்றன.

சதை நீக்கத்தால் தோலின் எடையில் ஏறக்குறைய 22% குறைகின்றது. மற்றப் பதப்படுத்தும் முறைகளைவிட உப்புக் கரைசல் வழிப் பதப்படுத்துவதில் அகற்றப்படும் கொழுப்புக்குக் கூடுதல் விலை உண்டு. எனினும் பிற முறைகளை போலல்லாமல் இதில் பதப்படுத்தப்பட்ட தோல் ஆறு மாதங்கள் மட்டுமே கெடாமல் இருக்கும்.

குறுகிய காலத்திற்குத் தோலைப் பாதுகாக்கும் முறைகள் அமெரிக்காவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. புதுத் தோலினை உறைதல் அமைப்புகளில் வைத்துத் தூசு அகற்றப்பட்டவுடன் ஒரு தொற்று நீக்கியும் அதன் மீது தெளிக்கப்படுகிறது. ஒரு சில நாள்களுக்கு (பெருமமாக 14 நாள்கள்) இப்பாதுகாப்புக் கிட்டுமாயின் உப்புவழிப் பதப்படுத்தலையும், அதன் கிளை விளைவுகளான உப்பு மீட்பு, உப்பு நீக்கம் ஆகியவற்றையும் தவிர்க்கலாம்.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தோல் புற்று

புற்றுநோய்களிலேயே தோல்புற்றே மிகச் சாதாரணமாகக் காணக் கூடியதும் மருத்துவத்திற்குக் கட்டுப்படக்கூடியதும் ஆகும். தக்க மருத்துவத்தால் தோல் புற்றிலிருந்து முற்றிலும் நலமடையலாம். முதியோரிடத்தில் எளிதல் தோன்றும் இந்நோய் பெண்களைவிட ஆண்களையே மிகுதியும் தாக்கும். நோய்த் தாக்கும் பகுதிகளாக மணிக்கட்டின் மீதுள்ள தோல் பகுதி, முழங்காலுக்குக்குக் கீழ்க் கணுக்காலுக்கு மேலுள்ள தோல் பகுதி, முகத்தில் குறிப்பாக கன்னப்பகுதி ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

காரணங்கள். எக்ஸ் கதிர் பாயும் தோல் பகுதிகள் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் உறுத்தும் வேதிப் பொருள்கள் ஆகியவை காரணமாகலாம் சில மனிதர்களின் தோல்கள் மிகவும் வெள்ளையாக, எளிதல் ஒளி ஊடுருவும் வண்ணம் அமைந்திருக்கும். அவர்கள் வெளியில் மிகவும் அலைந்து திரிவதும் அடிக்கடி சூரியக்குளியல் எடுப்பதும் தோல்புற்று நோயை உண்டாக்கலாம். இப்போது, மேல்காற்று மண்டலத்தில் அமைந்துள்ள ஓசோன் குடையில் மனிதன் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தும் ∴புளூரோகார்பன்களினால் துளை ஏற்பட்டு நாளுக்கு நாள் விரிவடைகிறது. சாதாரணமாகப் புற ஊதாக்கதிர் வீச்சு ஓசோன் மண்டலத்தை ஊடுருவி உள்ளே வர இயலாது. இப்போது இந்த ஓசோனை ∴புளூரோகார்பன்கள் அழித்துவிடுவதால் ஓசோன் வளிமண்டலத்தின் அடர்த்தி குறைந்து, உட்புகும் புற ஊதாக்கதிர்களின் செறிவு கூடியுள்ளது. இதனால் இன்னும் 10 ஆண்டுகளில் தோல்புற்றின் எண்ணிக்கை இரண்டிலிருந்து ஐந்து மடங்காகலாம் என மருத்துவர்கள் கணித்துள்ளனர்.

தோல்புற்றின் வகைகள். தாக்கும் தோல் புற்றினை அடித்தளச் செல்புற்று (basal cell carcinoma), மேல் தோல் புற்று (epidermoid cancer) என இருவகைப்படுத்தலாம்.

அடித்தளச் செல் புற்று. இது சிறு கெட்டியான கணுக்களாக (nodules) ஒருவித மெழுகு போன்ற அமைப்புடன் விளங்குகிறது. இதன் ஒரு வகை மெல்ல வளரக்கூடியது. பல ஆண்டுகள் வளர்ந்து பின்னரே இன்னல் தரவல்லது. இரண்டாம் வகை, வளரும் இடத்தைப் புண்ணாக்கித் தோலில் துளை விழச்செய்து பெரும் துன்பம் தரக்கூடியது.

மேல்தோல் புற்று. இது கன்னப் பகுதி, காது, கையின் பின்புறம் இவற்றைத் தாக்கவல்லது. இது தொடங்கும்போது ஒரு பாலுண்ணியைப் (wart) போல் தோன்றும். எளிதில் குருதிக் கசிவும் புண்ணும் உருவாகும். இப்புற்று தோலைத் துளைத்து உள்ளிறங்கும்போது கடும் வலியை ஏற்படுத்தும்.

மருத்துவம். திடீரென்று தோல் தடிப்புடன் காணப் பட்டாலோ குருதிக் கசிவளிக்கும் பாலுண்ணிகள் தோன்றினாலோ உடன் மருத்துவ ஆலோசனை பெற வேண்டும். மருத்துவர் சிறிதளவு தோலை அறுத்து (biopsy) நுண்ணோக்கியினால் ஆய்வு செய்வார் அல்லது நோயியல் (pathology) ஆய்வுக்கு அனுப்புவார். தோல்புற்று என உறுதியானவுடன், எக்ஸ் கதிர்வீச்சினால் பாதிக்கப்பட்ட பகுதியிலுள்ள புற்றுநோய்ச் செல்களை அழித்துவிடுவார்.

நோய்த்தடுப்பு. வெயிலில் செல்ல நேரும்போது குடையைப் பயன்படுத்த வேண்டும். சூரியக் குளியலைக் குறிப்பாக வெள்ளைத் தோல் உள்ளோர் தவிர்க்க வேண்டும். கதிரியக்கங்களுக்கு உட்படுத்திக் கொள்ளக்கூடாது. தகுந்த பாதுகாப்புக் கவசங்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும். உணவில்

அனைத்து வைட்டமின்களும் சீரான அளவில் அமைந்திருந்தால் நோயெதிர்ப்பாற்றல் உருவாகும். இதுவே அனைத்து நோய்களுக்கும் தக்க மருந்தென அமையும். உணவை எண்ணெயில் பொரிப்பதால் புற்று நல்கும் வேதிப்பொருள்கள் தோன்றிட வாய்ப்புண்டு.

- இரா. தனஞ்செயன்

தோல் மரபியல்

தனிப்பட்ட மரபணுக்களில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றங்களால் குடும்பங்களில் வழிவழியாகப் பரம்பரைத் தன்மைகள் உண்டாகின்றன. மரபணு முறையில், பிறக்கும் குழந்தை எவ்விதம் இருக்கும் என்னும் தகவல் பெற்றோருக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது. இதில் தன் உடலிய விஞ்சுகை (autosomal dominant), தன் உடலிய எஞ்சுகை (autosomal recessive), 'x' இணைந்த எஞ்சுகை (x linked) என மூவகையுண்டு.

இரட்டைக் குரோமோசோமுடன் ஓங்கு பண்பைக் கொண்ட அகாந்தோசிஸ் நைக்ரிகன்ஸ், செவிட்டுத் தன்மையுடன் கூடிய வெண் குட்டம், வழுக்கைத் தலை, டேரியர் நோய், குழிவு நகம், மார்ஃபரினின் நோயியம், நரம்பு நார்க் கொத்து, மிகையான முலைக் காம்பு, செதிளுரிதல் என்பவை பரம்பரைத் தோல் நோய்களாம்.

இரட்டைக் குரோமோசோம் கொண்ட பின்னடைந்த அல்காப்டனூரியா,இறுதிக் குருதி நாள விரிவு, ஹார்ட்நப் நோய், ரெஃப்சன் நோயியம், வில்சன் நோய் என்பனவும் பரம்பரைத் தோல் நோய்களாம். பரவலான கரடுமுரடு நாளக் கட்டிகள், தோலின் மேற்பகுதிச் செல்களின் இயல்புக்கு மாறான ஆணி நிலை, குவியத் தோல் குறைவளர்ச்சி, விஸ்காட் அல்டிரிச் நோயியம் என்பவை 'X' இணைந்த பரம்பரைத் தோல் நோய்களாம்.

இரட்டைக் குரோமோசோம் கொண்ட தன் உடலிய விஞ்சுகை. இந்நிலையில், தாக்கமுற்ற பெற்றோரிடமிருந்து, திடீர் மாற்றமடையும் மரபு நுட்ப அணு கடத்தப்படுகிறது. ஆண்களும், பெண்களும் சமநிலையிலேயே இதனால் தாக்கம் அடைகின்றனர். இரட்டைக் குரோமோசோமுடன் உடலிய விஞ்சுகைக் கோளாறு கொண்ட பெற்றோரின் தாக்கமுறாத குழந்தை, திடீர் மாற்றமடையும் மரபு நுட்ப அணுவைக் கொண்டிருப்பதில்லை.

இரட்டைக் குரோமோசோம் கொண்ட தன் உடலிய எஞ்சுகை நிலை. இந்நிலையில் பெற்றோர்கள் தாக்கப்படுவதில்லை. ஒரே குருதித் தொடர்புடைய முன்னோர் வழிவந்த ஒரே குருதி உறவு சார்ந்தவர்களில் இந்நோய் நிலை தோன்றுகிறது. இத்தகைய நோய்கள், மிகவும் அரியவாகவே காணப்படுகின்றன. ஆண்களும், பெண்களும் சமமாகவே இதனால் பாதிக்கப்படுகின்றனர்.

'x' இணைந்த எஞ்சுகைப் பரம்பரை நிலை. நோய் அறிகுறிகள் இராமல் நோய்க் கடத்திகளாக இருக்கும் பெண்கள் மூலமாகவே, ஆண் குழந்தைகள் தாக்கமடையும். இந்நோய் நிலைகளில் பெரும்பாலும் குன்றிய வளர்ச்சி, பாலினக் குறைபாடு, மனவளர்ச்சியில் முழுமையின்மை, செவிட்டுத் தன்மை, குருதிமிகு அழுத்தம், தடித்த, பெரிய நாக்கு, வலிப்பு, உடலெங்கும் கரடுமுரடான நுண்ணிய வளர்ச்சி, இதய-சிறுநீரக, நுரையீரல் தாக்கம் இறுக்கமடைந்து பக்கவாதம், கூருணர்வின்மை, செதிள் உரி தோல் நோய், வெண் குட்டம், IgA குறைபாடு, முன் தலை வழுக்கையுடன் கூடிய நிறமி மாற்றத் தோல், விரிந்து பரந்த, முரடான கைகால், ஒழுகுபடை நோய், மார்ஃபான் நோயியம் (இந்நோயியத்தில் மிகவும் ஆழமான கடின அண்ணம், முன்னும் பின்னும் பெரிதும் வளையக்கூடிய கைவிரல், முதுகெலும்புத் தண்டின் முன் பின்னான, பக்க வளைவு, தளர்ந்த தசை,கண் வில்லையின் மாற்றிட அமைப்பு, பெருந்தமனியின் தாக்கம் போன்ற பல நிலைகளைக் காணலாம்), காபோசியால் விவரிக்கப்பட்ட நோய் (இங்குத் தோல் ஒளி ஒவ்வாமை, கண்ணைத் தாக்கும் சிக்கல், புற்று நோயால் மரணம் போன்றவை காணப்படுகின்றன). துத்தநாகம், சிறுகுடலால் சரிவரக் கடத்தப்படாமையால் ஏற்படும் நோய். வில்சன் நோய் (இந்நோயில் தாமிரத்தின் வளர்சிதை மாற்றம் தாக்கப்படுகிறது). கல்லீரல், மண்ணீரல் வீக்கம், கண்களில் கெய்சர் - பிளஷர் வளையம், சிறுநீரில் அல்காப்டன் (ஹோமோஜென்டிசிக் அமிலம்), தடுமாற்ற நடை, வாய்-நாக்கு அழற்சி, நிறமி மாற்றங்கள், கண் பொறை, விழி ஊசலாட்டம், பற்களின் அருவெறுப்பான தோற்றம், தன் தடுப்பாற்றல் நோய், சீர்நிலைத் தாக்கம் போன்ற பல வகையான வெளிப்பாடுகளைக் காணலாம். பொதுவாக, மருத்துவம் ஏதுவுமில்லை. தாய் சூலடைந்த உடனேயே, மரபுநுட்பவியலாரை அணுகி ஆலோசனை பெறலாம். முன்னோர் வழிவந்த ஒரே குருதி வகையைச் சார்ந்தவர்கள் திருமண உறவு கொள்ளாமை மிகவும் சிறந்ததாகும்.

- அ. கதிரேசன்

தோல் முள்படலப் பெருக்கம்

அரிதாகத் தோன்றும் இந்தத் தோல் நோயில் (achanthosis) அக்குள் கழுத்து, பிறப்புறுப்பு, தொடையிடுக்கு, மார்பகம் ஆகியவற்றில் ஒரே சீரான நிறமாற்றம் கொண்ட, மிகை வளர்ச்சியடைந்த நைவுகள் காணப்படுகின்றன. இந்நோயால் ஆண்களைவிடப் பெண்களே மிகுதியும் பாதிக்கப்படுகின்றனர். தோன்றும் படைகள் கறுப்பாகவோ, கபில நிறமாகவோ

இருக்கலாம். முள் போன்ற பெருக்கமடையும் வளர்ச்சிகள் காணப்படுகின்றன. உள்ளங்கைகளும், பாதங்களும் கரடுமுரடாகக் காணப்படும். சிலருக்குக் குழந்தைப் பருவத்திலேயே இந்நிலை தோன்றுகிறது. இளம் வயதினரில் சர்க்கரை நோய், கபால மாறுபாடு, குன்றிய மன வளர்ச்சி ஆகியவையும் தோன்றக்கூடும். வயதானோருக்குத் தோல் முள்படலப் பெருக்கம் தோன்றும்போது, உள்ளுறுப்புகளில் புற்றுநோய் இருக்கலாம் என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

மிகை எடையுடையோர் தங்கள் எடையைக் குறைக்க வேண்டும். உள்ளுறுப்புகளில் புற்றுநோய் இருக்கிறதா என்று கண்டுபிடிக்க முயல வேண்டும். பயன்தரும் மருத்துவம் எதுவும் இல்லை.

- மு.கி. பழனியப்பன்

தோல் புறக்கரடு

பெண்களிடம் 20-50 வயதில் தோன்றும் ஒரு வகையான தோல் தடிப்பையே தோல் முனைக்கரடு (acrosclerosis) என்பர். ஸ்கிளிரோடெர்மா என்னும் நோய் போன்றே இதுவும் இருக்கும். தோல், இரைப்பைக் குடல் கோளாறு ஆகிய நிலைகளில் சிறுநீரகம், நுரையீரல் ஆகியவற்றில் குருதிநாளங்களின் உள்ளும் புறமும் உள்ள இணைப்புத் திசு பெருமளவில் தாக்கமடையும். வெப்ப மண்டல நாடுகளைவிடக் குளிர் நாடுகளில் இந்நோய் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இந்நோயை வளரும் பொதுமண்டலக் கடினத்தன்மை என்றும் (progressive systemic sclerosis) கூறலாம்.

முதலில் விரல் முனைகள் திடீரென்று குளிர்ந்து படிப்படியாகத் தோல் கடினமடையும். இத்துடன் முகம், வாய் ஆகியவற்றின் தோலும் இறுக்கமடையலாம். வாயை முழுமையாகத் திறக்க முடியாது. உணவுக் குழாயில் எதிர்க்களிப்பும், விழுங்க இயலாமையும் தோன்றும். நாளடைவில் சிறுநீரகமும் தாக்கமுறலாம். குடலின் அசைவுகள் குறைவதால், நுண்ணுயிர்த் தாக்கம் ஏற்படவும் வாய்ப்புண்டு.

குறிப்பிடத்தக்க மருத்துவம் எதுவும் இல்லை. வெப்பமண்டல நாடுகளில் மருத்துவம் ஓரளவு பயனளிக்கிறது. சிலபோது தானாகவே சீரடைகிறது. பொதுவாகக் கார்டிகோஸ்டீராய்டுகள் ஓரளவு பயன் அளிக்கின்றன. மருத்துவம் பெரும்பாலும் அறிகுறிகளைப் பொறுத்தே உள்ளது.

நார் எதிஸ்டீரோன் என்னும் மருந்தை 5 மி.மி. நாளும் இரண்டு வேளையாக இரண்டு வாரங்களுக்கும் நாளும் மூன்று வேளையாகப் பல நாள்களுக்கும் அளித்தால் பயனளிப்பதாகத் தெரிகிறது. அசதையோப்பிரின் அல்லது சைக்ளோ பாஸ்ஃபமைடு போன்ற மருந்துகளையும் கொடுக்கலாம்.

- மு.கி.பழனியப்பன்

துணைநூல். John H.S.Pettit, *Manual of Practical Dermatology*, First Edition, Churchill Livingstone, London, 1983.

தோல் வரலாறு

ஆதி மனிதன் விலங்குகளின் தோல்களை உடை, இருப்பிடம், காலணி ஆகியவற்றுக்காகப் பயன்படுத்தி வந்தான். தோல் பதனிடும் வழிமுறை, பட்டறிவின் மூலம் முதலில் ஒரு கலையாகவும் இறுதியில் தொழில்நுட்பமாகவும் படிமலர்ச்சியடைந்துள்ளது. விலங்கினத்தின் தோல் பதனிடப்பட்ட பின்பு நுகர்வுத் தோல் (leather) எனப்படுகிறது. பதனிடுகையில் தோலின் நிலைத்தன்மை கூடுகிறது.

அனைத்துலகிலும் தோல் எண்ணற்ற வகையில் பயனாகிறது. தோலுடைகள் வட துருவக் குளிரைத் தாங்க எஸ்கிமோக்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. அவர்களுடைய கூடாரங்களின் உள்ளுறைகள் தோலால் செய்யப்படுகின்றன. சில ஆஃப்ரிக்கப் பழங்குடியினரில் இன்றும் தோல் சவ்வு கொண்ட தம்பட்டங்கள் நீண்ட தொலைவிலிருப்போருக்குச் செய்தி கூறப் பயன்படுகின்றன. அயர்லாந்து நாட்டு மீனவர்கள் காரா எனும் தோலுறையினால் மூடப்பட்ட மீன்பிடி படகுகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்பு வரை பம்பார்டு எனும் தோல் குவளைகள் இங்கிலாந்து நாட்டு உணவு விடுதிகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. கண்ணாடிக் குவளையைப் போலன்றி, அவை உடைவதில்லையாதலால் பெரிதும் விரும்பப்பட்டன.

தோலின் வரலாறு மனித நாகரீகத் தோற்றத்திலிருந்து தொடங்குகிறது. கற்கால மனிதன் நுகர்வுத் தோல் தயாரிப்பைத் தற்செயலாகக் கண்டுபிடித்தான். மரப்பட்டைகளில் மிகுந்திருக்கும் டானின் என்னும் பொருள் தோலில் புகுத்தப்படும்போது தோலின் திண்மையும் நிலைத்தன்மையும் கூடுகின்றன என்பது தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கி.மு. 5000 ஆண்டுக்கு முன்பு பயன்படுத்தப்பட்ட தோல் இன்றும் பாதுகாக்கப்பட்டு வருகிறது. கி.மு.6000க்கு முன்பே சுமேரியர், இந்தியர், சீனர், எகிப்தியர் போன்றோர் தோலைப் பயன்படுத்தியமைக்கான சான்றுகள் உள்ளன. பெர்சியா, பாபிலோனியாவிலிருந்து தோல் பதனிடும் கலை கிரேக்க, ரோம் நாடுகளுக்கும் பின்னர் அங்கிருந்து மேலை நாடுகளுக்குப் பரவிற்று.

காலுறை, சட்டை, கையுறை, தலைக்கவசம், இடுப்பு இறுக்கு பட்டை, நீர் நிரப்பும் குடுவை, கைப்பெட்டி, கூடாரம், கத்தியுறை, ரதம், சாரட்டு வண்டிமூடி, படகு, சேணம், இசைக் கருவி, பொம்மை, தோல் காகிதம், வெல்லம் (vellum), எழுதுபொருள், செய்தி அறிவிக்கும் தம்பட்டம், வில், நாண், அம்பு, கவசம், தலை அங்கி, படுக்கை, அறைகலன், திண்மப்பொருள், புத்தகம் கட்டுதல் ஆகியவற்றில் தோல் இடம் பெற்றது. புனித பெரென்டன் என்னும் அயர்லாந்து நாட்டுப் பாதிரியார் தலைமையில் ஒரு குழு ஏறத்தாழ 1400 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோலினாலான படகை ஓட்டி அட்லாண்டிக் கடலைக் கடக்க முயன்றது. அண்மையில் இம்முயற்சி மீண்டும் நிகழ்த்திக் காட்டப்பட்டது.

தொழிற் புரட்சியின் விளைவாகத் தோலுக்குத் துளைத்தகடு, (washers), துருத்தி (bellows), சுமந்து செல்லி நாடா (conveyor belt), மின்னோடி, நேர் மின்னாக்கி நாடா (motor dynamo belts) ஆகிய பொறியியல் பயன்கள் விளைந்தன.

இந்தியத் தோல் தொழில் வரலாறு. வேத கால இலக்கியங்களில் தோலாலான பை, நீர்க் குடுவை, வில், அம்பு நாண் ஆகியன குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. நுகர்வுத் தோல் பொருள்களிலும், பதனிடப்பட்ட தோல்களிலும் இந்தியாவுக்கும் ரோமப் பேரரசுக்கும் இடையே 13 ஆம் நூற்றாண்டு தொடக்கத்திலிருந்தே பல ஆண்டுகளுக்கு வணிகம் நடைபெற்றுள்ளது. சீனப் பேரரசர் குப்ளாய் கான் தம் போர்க் கூடாரங்களுக்கு இந்தியத் தோல் தயாரிப்பைப் பயன்படுத்தியமையை உலகம் சுற்றிய பயணி மார்கோபோலோ குறிப்பிட்டுள்ளார். அக்கால இசைக் கருவிகள் தோலினால் உருவாக்கப்பட்டன.

இந்தியத் தோல் தொழில் தொன்மையானது. எனினும், முதலாம் உலகப் போருக்குப் பின்னரே நவீனம் கண்டது. போரின்போது பல அவசரத் தேவைகளை நிரப்புவதற்குத் தோல் தொழிலை மேம்படுத்த வேண்டியதாயிற்று. 1913-14 ஆண்டு 25 பெரிய தோல் நிறுவனங்களே ஏறத்தாழ 3000க்கும் குறைவான தொழிலாளர்களுடன் இயங்கி வந்தன. 1941இல் இது 114 பெரிய தொழிற்சாலைகளாகவும் ஏறக்குறைய 26,000 பணியாளர்களாகவும் உயர்ந்தது; இந்தியா விடுதலையடைவதற்கு முன்பான காலத்தைத் தோல் தொழிலைப் பொறுத்தவரை கீழ்க்காணும் நான்கு கட்டங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

முதல் கால கட்டம்	:	முதல் உலகப்போருக்கு (1914) முன்பு
இரண்டாம் கால கட்டம்	:	முதல் உலகப்போர் நிகழ்கையில் (1914 1918)
மூன்றாம் கால கட்டம்	:	முதலாம்-இரண்டாம் போர் களுக்கிடைப்பட்ட காலம் (1918-1939)
நான்காம் கால கட்டம்	:	இரண்டாம் உலகப்போர் நிகழ் கையில் (1939-1945).

முதல் கட்டத்தில் இத்தொழில் ஒரு கிராமக் கைத்தொழிலாகவே இருந்தது. எழுதப் படிக்கத் தெரியாதோர் கையாண்டு வந்த தொழில் என அறிகையில் இக்காலக் கட்டத்தில் இத்தொழில் அடைந்துள்ள வளர்ச்சி போற்றத் தக்கது. இந்தியாவில் தோல் ஏற்றுமதி ஏறக்குறைய ஒன்றரை நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பு தொடங்கியது. முதலில் ஏற்றுமதி குறைவாகவே இருந்தது. 1875இல் ஏற்றுமதி வரியாக அதற்கு முன்பு விதிக்கப்பட்டிருந்த 3% வரி விலக்கப்பட்டதாலும், லண்டனில் மக்கள் தொடர்பு அலுவலகம் தொடங்கப் பட்டதாலும், தென்னிந்தியாவில் ரயில்பாதைகள் போடப் பட்டதாலும் தோல் ஏற்றுமதி விரைவாக உயர்ந்தது. அக்காலக் கட்டத்தில் ஓராண்டுக் கால ஏற்றுமதி அறிக்கைகளைப் படிக்கும்போது அன்றைய சென்னை மாகாணத்தி லிருந்துதான் பெருமளவுக்குத் தோல் ஏற்றுமதி நடந்துள்ளமை தெரிய வருகிறது. தகுந்த பதனிடு பொருள்கள் மலிவாகக் கிடைத்தமையும், தொழில் தெரிந்த பணியாளர்கள் மிகுதியாக இருந்தமையும் இதற்கு முதன்மையான காரணங்களாகும். இக்காலக் கட்டத்தில் இயங்கிவந்த 22 பெரிய தோல் பதனிடுசாலைகளுள் 17 சென்னை மாநிலத்தில் இருந்தன. மற்றவை வங்காளம், பீகார், ஒரிசா, பம்பாய் ஆகியவற்றில் இருந்தன.

1913-14இல் பதனிடப்பட்ட தோல்களின் ஏற்றுமதி கணிசமாக இருந்தாலும், மொத்தத் தோல் ஏற்றுமதியில் மூன்றில் ஒரு பங்காக மட்டுமே அமைந்தது. மேலும், முழுமையாகப் பயனுறு பொருள்களாக உருவாக்கப்பட்ட தோலின் ஏற்றுமதி கருதத்தக்க அளவுக்கு இல்லை. மாறாக, ஏறக்குறைய ஒரு கோடி ரூபாய் மதிப்புள்ள தோலினாலான நுகர்பொருள்கள் இறக்குமதி செய்யப்பட்டன. தோல் சீர்செய்தல் முறைகள் முற்காலத்தனவாக இருந்தமை யாலும், தோல் தொழில்நுட்பம் மேலை நாடுகளில் ஓங்கி வளர்ந்தமையாலும் சீர்செய்த உருவில் நுகர்வுப் பொருள்களாக வெளிநாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்ய வேண்டிய நிலை இருந்தது. 1857இல் சென்னையிலும் கான்பூரிலும் தாவர வகைப் பதனிடல் தொடங்கியது. இந்நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில்தான் முதன்முதலாக இந்தியாவில் குரோமியப் பதனிடல் புகுத்தப்பட்டது. 1908இல் சென்னை அரசாங்கத்தினால் தொடங்கப்பட்ட குரோமியப் பதனிடு தொழிற்சாலை பல காரணங்களினால் 1911இல் மூடப்பட்டது. ஆனால் அத்தொழிற்சாலையில் பயிற்சி பெற்ற இளைஞர் பலரும் தாமே சொந்தமாகப் பதனிடு தொழிற்சாலைகளைத் தொடங்கினர். 1914இல் முதல்

உலகப் போரின் தொடக்கத்தில் சென்னை, கல்கத்தா, பெங்களூர், கட்டாக் ஆகிய இடங்களில் பதனிடு அமைப்புகள் நன்கு இயங்கி வந்தன. இத்தொழில் இங்கு அக்காலத்தில் வளர்ச்சியுறாமைக்குக் காரணம் உயர் வகைத் தோல் யாவும் ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டமையும், அதன் விளைவாகப் பதனிடுவோர் ஏற்றுமதி விலைக்கு மேல் விலை கொடுத்துத் தோல் வாங்க வேண்டி இருந்தமையுமேயாகும்.

இரண்டாம் காலக் கட்டம் (1914-1918). இக்காலத்தில் கட்டத்தில் நிகழ்ந்த முதலாம் உலகப் போர் ஜெர்மனி நாட்டுக்கு ஏற்றுமதியைத் தடுத்து இந்தியத் தோலை இந்தியாவின் நுகர் பொருளாக மாற்றுவதற்கான வாய்ப்பைக் கூடுதலாக்கியது. போர் தொடங்கிய இரண்டாம் ஆண்டு ராணுவ காலணிகளின் மேல் பகுதிகளுக்குத் தமிழ்நாட்டு ஆவாரம் செடியின் சாற்றிலிருந்து பதனிடப்பட்ட தோல் சிறந்ததென உணரப்படலாயிற்று. இதனால் 1916இல் இந்திய அரசு இத்தொழிலை முழுதும் அரசுக் கட்டுப்பாட்டுக்குள் கொண்டு வந்தது. அரசின் ஊக்கத்தினாலும் வெளிநாட்டுப் போட்டி இராமையாலும் தோல் பதனிடு தொழில் வளரத் தொடங்கியது. குரோமியப் பதனிடப்பட்ட தோல் ராணுவத்தில் தேவையில்லையெனினும், இலங்கை போன்ற நாடுகள் இந்தியத் தோல்பொருள்களையே நம்பியிருந் தமையால், குரோமியப் பதனிடலும் வளர்ந்தது. இதன் பயனாகப் போர் முடியும் நிலையில் (1918) ஏறக்குறைய 10 கோடி ரூபாய்க்கு வெளி நாட்டுடன் தோல் வணிகம் நடைபெற்று வந்தது.

மூன்றாம் கட்டம் (1919-1939). போர் முடிந்தவுடன் வெளிநாடுகளுடன் போட்டியிட வேண்டிய சூழ்நிலை மீண்டும் உருவானமையால் இத்தொழில் சற்றே தொய்வுற்றது.

நான்காம் கட்டம் (1939-1945). இரண்டாம் உலகப் போர் இந்தியத் தோல் தொழிலுக்குப் பெரும் உந்துதலை அளித்தது. போர் வீரர் காலணித் தேவை காரணமாக 1939இல் 3.6 மிலியன் இரட்டைகளாக இருந்த தயாரிப்பு 1943இல் 6.6 மிலியன் இரட்டைகளாக உயர்ந்தது. புகைவண்டித் தொழிற்சாலைகளால் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட தரத்தில் தொழிலகத் தோல் தயாரிப்பையும் இந்தியா தொடங்கிற்று. புதுக் கவின் பொருள்களையும் (fancy goods) பயனுறு பொருள்களையும் இந்தியா ஏற்றுமதி செய்யத் தொடங்கியது. போரின்போது இந்தியாவில் இருக்க நேர்ந்த வெளிநாட்டுப் படையினர் கலைவண்ணம் மிகுந்த இந்தியத் தோல் பொருள்களைத் தம் உறவினர்களுக்குப் பரிசாக அனுப்பி வைத்தனர். இந்தியத் தோல் பொருள்களை இறக்குமதி செய்த நாடுகளுள் முதன்மையானவை அமெரிக்கா, ஈராக், இலங்கை ஆகியவையாகும்.

இன்றைய இந்தியத் தோல் தொழில். தோல் தயாரிப்பிலும், தொழில் நுட்பத்திலும் சிறந்த தோல் பொருள்களைத் தயாரிக்கும் நாடுகளுடன் ஒப்பிடத்தக்க அளவுக்கு இந்தியா முன்னேறியுள்ளது. இத்தொழில் வெளிச் செலாவணி ஈட்டும் தொழிலாகும்.

சென்னையிலுள்ள மையத்தோல் ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தின் (CLRI) பணி சிறப்பானதாகும். அறிவியல் மற்றும் தொழில் ஆராய்ச்சிக் கழகத்தின் (CSIR) ஓர் உறுப்பு ஆய்வகமான இது தோல் தயாரிப்பாளர்களுக்குச் சிறந்த, பயனுள்ள கருத்துரைகளையும், தெளிவுரைகளையும் நல்கி, தோல் தொழில்நுட்பத்திற்குப் புதிய பரிமாணங்களைக் கண்டறிகிறது.

இப்போது இந்தியத் தோல் தொழில் மூன்று மட்டங்களில் செயல்படுகிறது. அவை ஊரகத் தொழில் (rural industries) சிறு தொழில் மற்றும் பெருந்தொழில். கிராமக் கைத் தொழிலாக இயங்கும் நிலையில் கிராமப்புற வளர்ச்சிக்கும் பொருளாதாரத்திற்கும் அது ஊக்கம் அளிக்கிறது. சிறுதொழில் அளவில்கூட ஏற்றுமதிக்கேற்ற பொருள்கள் தயாராகின்றன.

தோல் தயாரிப்பு உலகெங்கும் பெருகிவருகிறது. முன்னாளய சோவியத் ஒன்றியத்திலிருந்த நாடுகள் தோல் துறையில் முன்னணி பெற்றுள்ளன. இந்தியா ஏற்றுமதியிலும், இத்தாலி இறக்குமதியிலும் முதலிடம் பெறுகின்றன. ஆ∴ப்ரிக்காவிலும் லத்தீன் அமெரிக்காவிலும் உள்ள வளர்ந்து வரும் நாடுகள் உலகின் 60% கால்நடைகளையும், 50% செம்மறி ஆடுகளையும், 33% வெள்ளாடுகளையும் வளர்க்கின்றன. இந்நாடுகளில் கொல்லுதலும், தோலுரித் தலும் குறைவாக நிகழ்வதால் நிறைந்த விலங்கினச் செல்வம் இந்நாடுகளின் பொருளாதாரத்திற்கு உதவாமல் வீணாகிறது. முன்னேறிய நாடுகள் ஆண்டொன்றுக்கு 800 மிலியன் ச.மீ. மட்டுமே தயாரிக்கின்றன. முன்னேறிய நாடுகள் ஏறத்தாழ 100 மிலியன் ச.மீ. ஏற்றுமதி செய்கையில் வளர்ந்து வரும் நாடுகள் 55 மில்லியன் ச.மீ. ஏற்றுமதி செய்கின்றன. பண்படாத் தோலை, இறக்குமதி செய்வதிலும் வளர்ந்த நாடுகள் (140 மில்லியன் ச.மீ.) வளர்ந்து வரும் நாடுகளைவிட (13 மில்லியன் ச.மீ) உயர்ந்துள்ளன. உலகின் மொத்த தோல் தொழிலின் மதிப்பு ஏறக்குறைய 50,000 மில்லியன் ரூபாய் ஆகும். அனைத்துலகத் தோல் வணிகத்தின் அளவு 30,000 மில்லியன் ரூபாய் ஆகும்.

தோலின் தோற்றுவாய்கள். எவ்விலங்கினத்தின் தோலையும் பதனிட்டு நுகர்தோல் பொருளாக மாற்றலாம். மகளிர் கையுறைகளுக்கேற்ற வழவழப்பான, மென்மையான ஆட்டுக்குட்டித்தோல் முதல், உலோகப் பரப்புக்கு மெருகேற்றும் கடல்குதிரைத் தோல் வரை பரந்த வரம்புகளில் இவை கிடைக்கின்றன. தோல் முதன்மையாக, எருமை, வெள்ளாடு, செம்மறியாடு, பன்றி, குதிரை, சீல் ஆகியவற்றில கிடைக்கிறது. அயற் பண்புகளை உடைய நுகர் தோல்களைக் கங்காரு, முதலை, பாம்பு, பல்லி, நெருப்புக்கோழி, ஒட்டகம், திமிங்கலம், சுறாமீன், யானை, காண்டாமிருகம் ஆகிய

வற்றின் தோல்களிலிருந்து தயாரிக்கின்றனர். தோல் தொழிலுக்கு வித்திடும் விலங்கின வகைகளும் உலகில் அவை வளரும் பகுதிகளும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. தோலியல் கலைச்சொல் அகராதியில் உலகின் முதன்மையான தோல் வகைகள் பட்டியலிடப் பட்டுள்ளன.

கால்நடைத் தோல். இது காளைக் கன்று, பசு, வளர்ந்த காளை ஆகியவற்றின் தோலைக் குறிக்கும். இது காலணி அடிப்பகுதி, மேல் பகுதி, சேணம், கவசம், பயணப் பை, கைப்பெட்டி, இருப்புப் பட்டை, கல் அச்சுக்கலை, அங்கி, கால்பந்து போன்ற விளையாட்டுக் கருவி, கையுறை போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இளம் கன்றின் தோலிலிருந்து தோல் காகிதம், ராணுவ தலைக் கவசம், வளிம வடிகட்டி (gas mask), கைவினைப் பொருள்கள் ஆகியவற்றையும் தயாரிக்கலாம்.

வெள்ளாடு மற்றும் ஆட்டுக்குட்டித் தோல். இது காலணி, தொப்பி, கையுறை, கைப்பை, அங்கி, நெசவு எந்திர உருளை ஆகியவற்றுக்கு ஏற்றது.

செம்மறியாட்டுத் தோல். இதன் முதன்மையான பயன் காலணி மேல் பகுதி, கவின்மிகு பொருள், கைப்பை, கையுறை ஆகியவற்றைத் தயாரித்தலேயாகும்.

குதிரைத்தோல். இது குதிரை, வரிக்குதிரை, கழுதை ஆகியவற்றின் தோல், இடுப்புப்பட்டை, விளையாட்டுப் பொருள், கையுறை ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

எருமைத்தோல். இது காலணி, மெருகேற்றச் சக்கரம் தயாரிக்க உதவும்.

பன்றித்தோல். இது பயணப்பை, கையுறை, சேணம், காலணி மேல்பகுதி ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பயனாகும்.

நீர்வாழ் விலங்கினத்தோல். சீல், கடல் குதிரை, கடற்சிங்கம், போன்ற நீர்வாழ் விலங்கினத் தோலிலிருந்து கவின்மிகு தோல் பொருள், மெருகூட்டும் சக்கரம், பயணப்பை ஆகியவையும், சுறா, திமிங்கலம், டால்ஃபின், கடற் பன்றி ஆகியவற்றின் தோலிலிருந்து கவின்மிகு பொருள், காலணி மேல்பகுதி ஆகியவையும், முதலைத் தோலிலிருந்து காலணி, கைப்பை ஆகியவையும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பல்வேறு விலங்கினங்களின் தோல்களும் சிறப்புத் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளமையால் பயன்களுக்கு மட்டுமே விரும்பிப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பன்றித்தோல் வழவழப் பாக உள்ளமையால் சேணத்திற்கும், பாம்பு, முதலை, நெருப்புக்கோழி ஆகியவற்றின் தோல்களில் சிறுமணி அமைப்பு உள்ளமையால் கைப்பை, காசுப்பை தயாரிப் பதற்கும், கடினமான மாட்டுத் தோல் காலணி அடிப்பகுதிக்கும், மென்மையான ஆட்டுத்தோல் காலணி மேல்பகுதி, புத்தகம் கட்டுதல் ஆகியவற்றுக்கும் பயனாகின்றன. பொதுவாக முரட்டுத் தோலான மாட்டுத்தோலைக் குறுக்குவாட்டில் வெட்டி மெல்லிய தோல் பரப்புகளாக (மயிர்க்கால் சிதைவுத் தோல்கள் - skivers) புத்தகம் கட்டுதல் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

தோல் பதனிடும் அமைப்புகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட பயனைக் கருத்திற் கொண்டே இயங்குகின்றன. சில தொழிற்சாலைகள் காலணி மேல்பகுதிகளை மட்டும் தயாரிக்கின்றன; வேறுசில, கவின்மிகு பொருள்களை மட்டும் தயாரிக்கின்றன.

விலங்கினத் தோல்களின் தன்மைகள். விலங்கினத் தோல்கள் அளவு, வடிவம், யாப்பு, தடிமன், தரம் ஆகியவற்றில் ஒன்றோடொன்று வேறுபட்டவை. அவ்விலங்கு எவ்வாறு வளர்க்கப்பட்டது, எந்நோக்கத்துடன் வளர்க்கப்பட்டது, இயற்கையாக இறந்ததா, கொல்லப்பட்டதா, இறப்பதற்கு முன் அதன் வயது, பாலினம், சூழ்நிலை எனப் பல காரணிகள் அதன் உடல் தோலின் தன்மையை அறுதியிடுகின்றன. விலங்கு உயிருடன் இருக்கும்போது அதன் உடலில் ஏற்படும் காயம், சிராய்ப்பு, புண் ஆகியன தோலின் தரத்தை மிகுதியும் பாதிக்கின்றன. ஒட்டுண்ணி, நோய், மூப்பு, ஊட்டச்சத்துக் குறைபாடு, அடையாளச் சூடு போடப்படல், முள்கம்பிச் சிராய்ப்பு ஆகியனவே தோலின் தரம் குறைவதற்குப் பெரும் காரணிகளாகின்றன. இறந்த அல்லது கொல்லப்பட்ட விலங்கின் உடலிலிருந்து தோலை அறிவியல் அடிப்படையின்றியும் மிகுந்த கவனமின்றியும் உரித்தால் அது பயனற்றுப் போகும்.

பாலூட்டிகளின் தோல் மேல் தோல் (epidermis), உட்தோல் (corium), அடித்தோல் (subcutaneous layer) என்னும் மூன்று மாறுபட்ட அடுக்குகளாலானது. பதனிடுகையில் மேல் தோலும், அடித்தோலும் நீக்கப்பட்டு உட்தோல் நுகர் தோலாக மாற்றப்படுகிறது. உட்தோலின் ஓர் உள்ளடுக்கு, பளிங்கு (hyaline) போன்று மயிர்க்கால் துளைகளுடன் இருக்கும். இதுவே ஒவ்வொரு விலங்கினத் தோலுக்கும் சிறப்புத் தோற்றங்களைத் தருகிறது. உட்தோலின் பிறிதோர் உள்ளடுக்கு, நார்த்திசுக் களாலானது. இந்நாரமைப்பு விலங்கின் உடலில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு வகையான பிணைப்புகளைக் கொண்டது. வயிற்றுப் பகுதித் தோலில் தளர்ந்தும் பிட்டப்பகுதியில் வெள்ளாட்டுத் தோலில் தளர்ந்தும், செம்மறியாட்டுத் தோலில் இறுகியும் காணப்படுகிறது. நெகிழ்நார் (elastin) புரதம் மிகுந்த தோல் நீட்சிப் பண்பு கொண்டது. கொழுப்புச் செறிந்த தோல்கள் கடற்பஞ்சை ஒத்துள்ளன.

புதுத் தோலில் 60-70% எடை வரம்பில் நீர் அடங்கியுள்ளது; 30-35% புரதம், 2% கொழுப்பு, 0.5% மாவுப் பொருள், 1% கனிம உப்பு மற்றும் நிறப்பொருள்கள் உள்ளன. திண்மப்பொருள்களுள் 95% வரை புரத அடக்கம் உண்டு. நார்வகைப் புரதங்களுள் ஊன்புரதம் (collagen) 85% வரை உட் தோலில் இடம்பெறுகிறது. எலாஸ்டின் (நீட்சிப் பண்பு கொண்ட புரதம்), ரெடிகுலின் (வலைப்பின்னலமைப்புக் கொண்ட புரதம்) ஆகியன சிறு விழுக்காட்டில் உள்ளன. மயிர், கம்பளி ஆகியன கைட்டின் (கொம்புக்கு அடிப்படையான) வகைப் புரதங்களாலானவை. நார்ப் பண்பற்ற புரதங்களுள் அல்புமின், குளோபுலின், மியூசின் ஆகியன கணிசமாக உள்ளன. நீரில் காரக்கரைசல் அல்லது உப்புக் கரைசலில் கரையவல்ல புரதங்கள் யாவும் பதனிடு கட்டத்திற்கு முன்பாகவே அகற்றப்பட்டுவிடுகின்றன. நார்ப்புரதச் சங்கிலிகள் ஒன்றோடொன்று வேதிப் பிணைப்புகளால் கட்டப்பட்டு ஒருங்கிணைந்த அமைப்பைத் தருகின்றன. வெப்பத்தினாலும், நீராற்பகுப்பினாலும், இப்பிணைப்புகள் சிதைந்து வச்சிரமாகவோ, பதனிடலால் வலிவூட்டப்பட்டு நுகர் தோலாகவோ மாற்றமடைகின்றன.

பதப்படுத்தல் (curing). கொல்லப்பட்ட சிறிது நேரத்துக்குள்ளாகவே விலங்கின் தோல் கேடுறத் தொடங்குகிறது. தோலின் உள்ளுறைப் புரத அமைப்பைப் பாதிக்காமல் நீர் நீக்கம் செய்யப்பட்டால் தோல் பாதுகாக்கப்படும். பதப்படுத்தும் இம்முறையில் நேரடி உலர்த்துதல், உப்பிட்டு உலர்த்துதல், அமிலத்தின் அமிழ்த்திய பின்பு உலர்த்துதல் எனப் பல வகை உத்திகள் உள. குளிர்வித்து உலர்த்தல், வெற்றிட உலர்த்தல், கதிர்வீச்சுக் கொண்டு உலர்த்துதல் ஆகியன செலவினம் மிக்கவை. (காண்க. தோல் உலர்த்தல்) மயிர் நீக்கத்திற்கு நொதிகளையோ, சுண்ணாம்பையோ, சோடியம் சல்ஃபைடையோ பயன்படுத்தலாம்.

பதனிடல் (tanning). பதனிடல், தற்செயலாக அறியப்பட்ட வழிமுறையாகும். மரம், மரப்பட்டை, வேர், இலை, விதைக்கூடு ஆகியவற்றுள் சில வகைகள் டானின் என்னும்

பொருளை உள்ளடக்கியுள்ளன. இப்பொருள் பண்படாத் தோலைத் திண்மையாகவும், நீடித்துழைக்கவும் செய்யவல்லது. விலங்கினத் தோலொன்று தற்செயலாக மரப்பட்டை ஊறிய நீர்க் குட்டையில் கிடந்திருக்க வேண்டும். பல நாள்களுக்குப் பின் தோலின் நிறம், தோற்றம், வலிமை எனப் பல தன்மைகளில் மாற்றம் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும் அல்லது தோலுக்குத் தாவர வகைச் சாயமிட முயன்றபோது சாயத்தில் இயல்பாகவே இடம்பெற்றிருந்த டானின் தோலைப் பதனிட்டிருக்கலாம். முதலில் ஒரு கலையாக வளர்ந்த பதனிடுமுறை பின்பு தொழில் நுட்பமாக வளர்ச்சி அடைந்தது. இங்கிலாந்திலும் பிற ஐரோப்பிய நாடுகளிலும் ஓக், ஹெம்லாக் ஆகியவற்றின் பட்டைகள் பதனிடு பொருள் களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. தென் அமெரிக்காவில் வாழ்ந்து வந்த மேற்கிந்தியப் பழங்குடி மக்கள் குப்ராசோ (Quebracho) வெப்பமண்டலச் சதுப்பு நிலத்தாவர மரப்பட்டை களையும், சீனர்கள் மண்-படிகாரக் கலவையையும் பதனிடு பொருள்களாகக் கையாண்டனர். படிகார முறைப் பதனிடல் (alum tanning or tawing) பல ஆண்டுகளுக்கு உலகின் பல பகுதிகளிலும் பின்பற்றப்பட்டு வந்துள்ளது. ஆயிரமாண்டுக்கு முன்பு பயன்படுத்தப்பட்ட பதனிடு பொருள்களுள் பலவும் இன்றும் இப்பயனில் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன. எனினும், இப்போது தோல் பதனிடு தொழில் நவீனமயமாக்கப்பட்டு விட்டது. இயற்கையில் கிடைக்கும் பதனிடு பொருள்களைவிடத் தொழிலக அளவில் தொகுப்புமுறையில் தயாரிக்கப்படும் பதனிடு பொருள்களே விரும்பப்படுகின்றன.

பழங்காலந்தொட்டு இன்றுவரை தொடர்ச்சியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ள மிகச்சில பொருள்களுள் தோல் முதன்மை பெறுகிறது. பதனிடல் முறை அறியப்பட்ட பின்பு தோலுக்குப் புதுப் பயன்கள் தென்படலாயின. நீர் சேமிப்புக்கலம், படகு, தோல் காகிதம், கவசம், தேர், அறைகலன் உறை என்னும் நுகர் பயன்கள் மட்டுமல்லாமல் இட்டுச்செல்லும் நாடா, துளைத் தகடு கட்டுகள் (packings) போன்ற தொழிலகப் பயன்களும் உண்டு.

ராணுவத்தில் தோல் மிகவும் இன்றியமையாதது, தளவாடம், எந்திரம் போர்த்தும் அமைப்பு உறை ஆகியவற்றில் தோல் மிகப்பெரிய அளவில் பயனாகிறது. நவீன போர்க் கப்பலில் திசை மாற்ற உதவும் பல்லிணைகளைக் (gears) கட்டுப்படுத்துவதற்கும், ராணுவ வீரர்களின் காலணி, கையுறை, வளித்தடுப்பு முகமூடி ஆகியவற்றுக்கும் தோல் இன்றியமையாத் தேவையாகிறது. விளையாட்டுத் துறையில் கிரிக்கெட், சாகர், ரக்பி ஆகியவற்றுக்கான பந்து, குத்துச் சண்டைக் கையுறை, தலைக் காப்பணி, சேணம், பனிச்சறுக்கு விளையாட்டுக் காலணி ஆகியன தோலினாலே தயாரிக்கப்படுகின்றன. மோட்டார் வண்டிப் போட்டிகளில் ஏற்படக்கூடிய விபத்துகளினால் படுகாயமேற்படாமல் இருப்பதற்குத் தானியங்கு உறுப்புகளை இயன்றவரை தோலினால் அமைத்தல் நன்மை பயக்கும்.

தோலின் மிகப் பெரிய பயன் காலணித் தயாரிப்பு ஆகும். மொத்த தோல் தயாரிப்பில் பாதிக்கு மேல் காலணித் தொழிலில் உள்ளீடாகிறது; கால் பங்கு துணிகளாகவும், 7% கையுறையாகவும், 8% கைப்பையாகவும், 5% அறைகலன் உறையாகவும், 4% மலையாட்டுத் தோலாகவும் (chamois leather) காணப்படும். எஞ்சிய 1% தொழிலகத் தேவைகளை நிரப்பும்.

தோல் பொருள் பாதுகாப்பு. தோலைச் சீராகப் பராமரித்தால் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு வலிமை, தோற்றம், எழில் ஆகியன குன்றாது நிலைத்திருக்கும். ஈரத்தோலை மெல்ல உலர்த்த வேண்டும். பதனிடப்பட்ட தோல் வெப்பத்தினால் நிலையிறக்கம் காணக்கூடும். தீ மற்றும் கதிர்வீச்சு அமைப்புக்கருகே தோலை எடுத்துச் செல்லக் கூடாது. தோல் காலணிகளுக்குச் சிலிக்கோன் வகை மெருகேற்றம் (polish) செய்தல் மழையினால் பாதிப்புறுதலைத் தடுக்கும். விலையுயர்ந்த தோல் துணிகளைக் கழுவுகையில் அதிலிருந்து வெளியேறக்கூடிய எண்ணெயை மீண்டும் தெளித்து ஈடு செய்தல் வேண்டும். சற்றே அழுக்கடைந்த மென்கன்றுத் தோல் துணிகளை நெருங்கிய குஞ்சம் கொண்ட துருசினால் தேய்த்து அகற்றுதல் நலம். தூரிகையினால் தேய்க்கும்போது அழுக்ககற்றம் மட்டுமன்றி, தோற்றப் பொலிவு மீட்பும் நிகழ்கிறது. உயவு நெய்யினால் தோற்றுவிக்கப்படும் மெல்லிய நிறமாற்றம் மென்மையான ரப்பரால் தேய்ப்பதால் அகற்றப்படுகிறது.

மலையாட்டுத் தோல் எனப்படும் உயர் வகை மென் தோல், பராமரிப்புக் குறைவினால் கெடுவதைவிட மிகையாகப் பராமரிக்க முயலுவதால் கூடுதலாகக் கேடுறுகிறது. இத்தோலினாலான பொருளைச் சோப்பினால் கழுவக்கூடாது. ஏனெனில், இதனால் இத்தோலிலுள்ள எண்ணெய் அகற்றப்பட்டு விறைப்பாகவும், கடினமாகவும் தோல் மாற வாய்ப்புக் கூடுகிறது. தூய நீரில் கழுவி, தொங்கவிட்டு உலர்த்தினாலே போதும். இத்தோலை ஈரநிலையில் நெகிழிப் (plastic) பைகளில் சேமித்து வைத்தல், பூசணத் தாக்குதலேற்படுத்தும்.

தோல் தொழிற்சாலைக் கழிவுத் தூய்மைக்கேடு. தோல் எளிதில் தூய்மைக்கேடு அடைகிறது. இறைச்சிக் கடை, தோல் பதனிடு அமைப்பு ஆகியவற்றில் ஒவ்வா நெடி வீசக்கூடும். சூழ்வெளித் தூய்மையைப் பற்றி மக்களுக்கு விழிப்புணர்வு ஏற்படுவதற்கு முன்பாகத் தோல் பதனிடு கழிவுகள் திருத்தப்படாமலேயே நீர் நிலைகளில் கலக்கப்பட்டு வந்தன. பொதுமக்களிடமிருந்தும், சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்புக் குழுக்களிடமிருந்தும் எதிர்ப்பு எழுந்ததன் விளைவாகப் பல அரசுகள் தூய்மைக்கேட்டைத் தடுக்கும் சட்டங்களை இயற்றியுள்ளன.

பொதுவாக, தோல் பதனிடு அமைப்புகள் பெரிய நீர்நிலைகளுக்கருகில் நிறுவப்படுகின்றன. சீர்செய்தலின் பல கட்டங்களிலும் இடையறாது மிகுதியான நீர் வழங்கவும், கழிவகற்றத்தை எளிதாக்கவும் ஆறுகளையும், நீர்த்தேக்கங் களையும் நாட வேண்டியுள்ளது. தோல் கழிவில் புரதம், உப்பு, சுண்ணாம்புக்கசடு, மயிர், குரோமியம், அமிலம், சாயம், எண்ணெய் போன்றவை உள்ளன. இக்கழிவு தாவரம், மீன், கால்நடை ஆகியவற்றுக்கு நஞ்சாகிறது. கழிவு நீரிலிருந்து குரோமியம் வீழ்படிவாக்கப்பட்டு வடிகட்டப்படுகிறது. மயிரும் வடிகட்டிப் பிரிக்கப்படுகிறது. கழிவுநீரைத் திருத்தம் செய்வது செலவினமிக்க வழிமுறையாதலால் தயாரிக்கப்படும் பொருளின் அடக்க விலை கூடுகிறது. ஆனால் கழிவுநீரைத் திருத்தாமல் வெளியேற்றினால் சுற்றுப்புறம் மிகுதியும் கேடுறும். அக்கழிவிலிருந்து சில பொருள்களை மீட்கலாம். கத்தரிக்கப்பட்ட தோல் ஓரங்களை உரம், தோல் பலகை, விலங்குத் தீவனம் ஆகியவற்றுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மயிரிலிருந்து பின்னல்துணி (felt), தரைவிரிப்பு, முரட்டுத் துணி ஆகியவற்றைச் செய்யலாம். சுண்ணக் கசடு சாலையமைப்புக்கு உதவும்.

உலர்ந்த தூள் நிலைப் பதனிடுபொருளைப் பயன்படுத்துதல், நீரையும் வேதிப்பொருள்களையும் குறைவாகப் பயன்படுத்துதல், பதனிடல் தொடர்பான செயல்கள் யாவற்றையும் இயன்றவரை இறைச்சிக் கடைகளுக்கு அருகிலேயே நடத்தல் போன்ற பல தீர்வுகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

தோல் தொழில் ஆராய்ச்சிகள். தயாரிப்பு மற்றும் பதனிடல் முறைகளில் செயல்திறன்மிக்க புதிய உத்திகளைக் கண்டுபிடிப்பதில் தோல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் தொடர்ந்து ஈடுபட்டுள்ளனர். பதனிடல், சாயமிடல், உலர்த்தல், உயவிடல், சீர்செய்தல் எனப் பல கட்டங்களிலும் ஆராய்ச்சியின் பயனாகப் புதிய உத்திகள் செயல் வடிவம் பெற்றுள்ளன. இந்நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் கைகளால் செய்யப்பட்ட பல பணிகள் இன்று நுணுக்கம் மிகுந்த எந்திரங்களால் செய்யப்படுகின்றன. பதனிடல் முழுமையும் கணிப்பொறி மூலமாகக் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு இயக்கப்படும் பணி நடைபெற்று வருகிறது. சிறப்பான பின்னூட்டல் (feedback) ஒன்றும் நிறுவப்பட்டால் கணிப்பொறியாளர் வழிமுறையின் பல கூறுகளைக் கூர்ந்து நோக்க இயலும். பெருமளவுக்குக் கணிப்பொறியைத் தோல் தொழிலில் ஈடுபடுத்தல் பல தோல் தொழிற்சாலைகளில் நடைமுறையிலுள்ளது. தோலுக்குப் புதுப்புதுப் பயன்களைக் கண்டுபிடிப்பதிலும் ஆராய்ச்சிகள் முழுமூச்சாக நடைபெறுகின்றன.

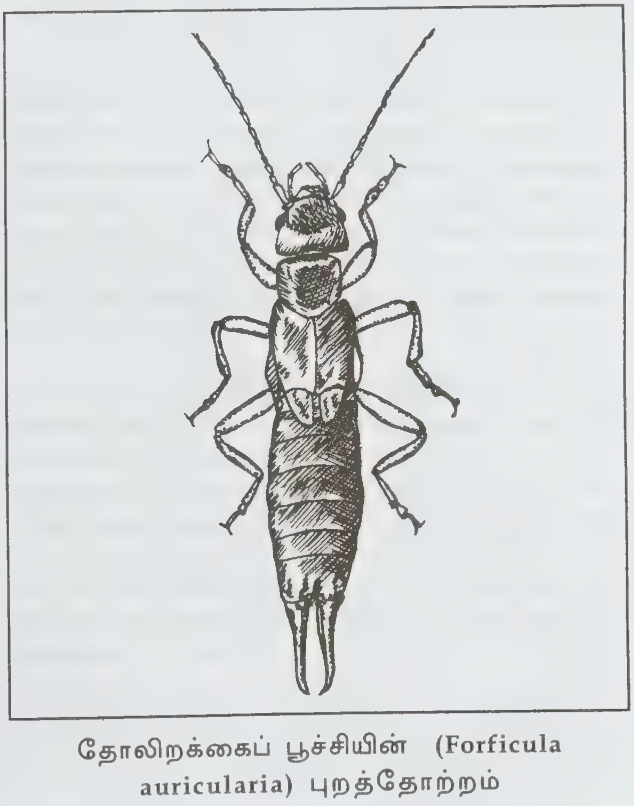
- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

தோலிறக்கைப் பூச்சிகள்

இப்பூச்சிகளின் முன்னிறக்கைகள் தோல் போன்ற அமைப்பினைப் பெற்றுள்ளமையால் தோலிறக்கைப் பூச்சிகள் எனப்படுகின்றன. இவை உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் குறிப்பாக, வெப்பப் பகுதிகளிலும், வடஅமெரிக்கா, ஜாவா, சார்வாக், ஐரோப்பா போன்ற நாடுகளிலும் பெரும் பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன. இவை ஈரமான சுற்றுப் புறங்களிலும், கற்கள், மரப்பட்டைகள், சிறு செடிகள், புல் பூண்டுகள் ஆகியவற்றின் அடியிலும் பதுங்கி வாழ்கின்றன.

வகைப்பாடு. : இவ்வரிசை ஃபோர்ஃபிக்குலினா, அரிக்சேனியா, ஹெமிமெரினா எனும் மூன்று துணை வரிசைகளையும் எட்டுக் குடும்பங்களையும் கொண்டு காணப்படுகிறது. அரிக்சேனியா, ஹெமிமெரினா எனும் இரு துணை வரிசையிலுள்ள பூச்சிகள் எலிகளிலும் வவ்வால்களிலும் புற ஒட்டுண்ணிகளாக (ectoparasite) வாழ்கின்றன.

உடலமைப்பு. இப்பூச்சிகளின் உடற்பகுதியைத் தலை, மார்பு, வயிறு என்னும் மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவை 5-50 மி.மீ. நீளமுடையவையாகவும், பளபளப்பான வெளித்தோலுடனும் காணப்படுகின்றன.



தோலிறக்கைப் பூச்சியின் (Forficula auricularia) புறத்தோற்றம்

தலைப்பகுதியில் நீண்ட இழைகள் போன்ற இரண்டு உணர்நீட்சிகள் (antennae) உள்ளன. இவற்றின் முன்னிறக்கைகள் சிறியனவாகவும் தோல் போன்றும் உள்ளன.

பின்னிறக்கைகள் முன்னிறக்கையைவிட மென்மையாகவும் அரைவட்ட வடிவிலும் உள்ளன. நகரும்போதும் ஓடும்போதும் இவை பின்னிறக்கைகளை மூடிய நிலையிலேயே வைத்திருக்கின்றன.

இவ்வரிசையிலுள்ள சில பூச்சிகள் அருவெறுப்பூட்டக் கூடிய நீர்மத்தை வயிற்றுப்பகுதியிலுள்ள சுரப்பிகள் (abdominal glands) மூலம் சுரக்கின்றன.10 செ.மீ. நீளம் பீறிட்டுக்கொண்டு செல்லும் இந்நீர்மம் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்வதற்குப் பயன்படுகிறது. இப்பூச்சிகளின் வயிற்றுப்பகுதியில் இணையான முள் போன்ற இடுக்கி அமைப்புடைய இரண்டு வாலிழைகள் காணப்படுகின்றன. இவ்விழைகள் பெண்பூச்சிகளைவிட ஆண்பூச்சிகளில் பெரியவையாகவும், வேறுபட்ட வடிவங்களைக் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. இடுக்கிப் போன்ற இவ்வமைப்பு உணவு உட்கொள்ளும்போது பூச்சிகளை வசதியாகப் பிடித்து வைத்து உண்பதற்கும், பின்னிறக்கைகளை முன்னிறக்கை களுக்கு அடியில் மடக்குவதற்கும், இனப்பெருக்க காலங்களில் ஆண், பெண் பூச்சிகள் புணர்வதற்கும் உதவும். பேரிடர் நேரும்போது இடுக்கி அமைப்புகளை மேல் நோக்கித் தூக்கி வைத்து எதிரிகளை அச்சுறுத்தும்.

உணவு முறை. இவை இரவில் உணவு தேடும் வகையினைச் சார்ந்தவை. இப்பூச்சிகள் அனைத்து வகையான உணவுப் பொருள்களையும் உட்கொள்கின்றன. குறிப்பாக, இறந்த பூச்சிகளையும், மலர்களின் இதழ்களையும், இளந்தண்டினையும் உணவாக உட்கொள்கின்றன. இவற்றின் வாய், எளிமையான கடிக்கும் வாயுறுப்புகள் கொண்டுள்ளது. வாயுறுப்புகள் ஒட்டுண்ணிகளில் நன்கு வளர்ந்துள்ளன.

ஃபோர்ஃபிக்குலா ஆரிக்குலேரியா (*Forficula auricularia*) என்னும் தோலிறக்கைப்பூச்சி ஏறத்தாழ 15 மி.மீ. நீளமுடையது. இது அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் செடிகளுக்கும், தோட்டச் செடிகளிலுள்ள பூச்சிகளுக்கும், கனிகளுக்கும், இளந்தண்டிற்கும் பேரழிவை விளைகிறது.

இனப்பெருக்கம். இனச்சேர்க்கை முடிந்தபிறகு பெண்பூச்சிகள் மண்ணில் சிறிய பள்ளங்களை ஏற்படுத்தி அவற்றில் மஞ்சள்கலந்த வெண்ணிற நீள்வடிவ முட்டைகளை இடுகின்றன. பின் அம்முட்டைகளைப் பொரிக்கும் வரை பெண்பூச்சிகள் நன்கு பேணுகின்றன. இப்பூச்சிகளில் குறை உருமாற்றமே (incomplete metamorphosis) காணப்படுகிறது. முட்டையிலிருந்து இளவுயிரி வெளிவந்த பிறகு உணவு உண்ணத் தொடங்கும் வரை அவை தாய்ப்பூச்சிகளுடன் இருக்கின்றன. இவற்றின் இளவுயிரிகள் நான்கு நிலைகளைக் கடந்த பின்னர் முதிர்ச்சி நிலையை அடைகின்றன. இப்பூச்சிகளில் பெற்றோர்ப் பாதுகாப்பு (parent care) மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

- தி.கண்ணப்பன்

துணைநூல் : A.D.Imms, *A General Text Book of Entomology*, Asia Publishing House, Bombay, 1963.

தோலின் இயற்கைத் தன்மைகள்

தோல் தொழிலுக்கு உலகெங்கும் கிடைக்கும் பச்சைத் தோல்களே இன்றியமையாதவை. புலால், பால், மயிர் தருவனவற்றைச் சார்ந்த தொழிலின் இடை விளை பொருள்களின் (by-products) மூலமே பதனிடத்தக்க தோல்கள் கிடைக்கின்றன.

விலங்கின் தோலையும், மனிதத் தோலையும் கூடப் பதனிடலாம். ஆனால் வணிகத்திற்கு ஏற்ற தோல்களையே பதனிடுவர். தோல்களின் பரப்பு அளவு, எடை இவற்றைக் கொண்டு பெரிய தோல் (hides), நடுத்தரத் தோல் (kips), சிறிய தோல் (skin) எனத் தோல்களை மூவகையாகப் பிரிப்பர்.

பெரிய தோல். மாடு, எருமை, குதிரை ஆகிய பெரிய கால்நடைகளிலிருந்து உரிக்கப்படுவது பெரிய தோல் எனப்படும்.

நடுத்தரத்தோல். இது இந்தியாவிலிருந்து ஏற்றுமதியாகும் எடை குறைவான, பரப்பு அமைப்பில் நடுத்தரமான தோலாகும்.

சிறிய தோல். வெள்ளாடு, செம்மறி, ஆட்டுக்குட்டி, கன்று, காட்டில் வாழும் கால்நடை, விலங்கினத் தோலைச் சிறிய தோல் அல்லது மென் தோல் என வணிக முறையில் கூறலாம்.

பச்சைத் தோல் புரதப் பொருளால் ஆனது. தோலின் அளவையும், அமைப்பையும் பொறுத்தே பதனிடப்பட்ட தோலின் பெரும்பாலான தன்மைகள் அமையும். தோலின் வலிமை அத்தோலிலுள்ள புரதப்பொருள்களின் அமைப்பையும் தன்மையையும் பொறுத்தமையும்.

மேனி அமைப்பு. தோலின் மேனி அமைப்பு (grain side) மிக இன்றியமையாதது. எடுத்துக்காட்டாக வெள்ளாட்டுத் தோல் அமைப்பு மெருகு செய்யும் (glaze) முறையில் ஒப்பனை செய்யப்படுகிறது. இந்த மேனி அமைப்பு மேனிப் போக்கின்றி அமைந்திருக்க வேண்டும்.

தோலுரித்தல். கால்நடைகள் உணவுக்காக வெட்டப் படுகின்றன. வெட்டப்பட்ட விலங்குகளின் உடலிலிருந்து தோல் உரித்தெடுக்கப்படும். இந்தத் தோலை உடனே பாதுகாக்க வேண்டும் அல்லது தோல் பதனிடும் இடத்திற்கு அனுப்ப வேண்டும். பாதுகாத்தலில் சூரிய ஒளியில் உலர வைத்தல், உப்பிட்டுப் பாதுகாத்தல் எனப் பல வழிமுறைகள் உண்டு.

தோலைப் பாதுகாக்கும் முறைகள். உலர வைத்தல் என்பது எளிதில் உப்புக் கிடைக்காதபோது செய்யும் முறையாகும். உலரவைத்துப் பாதுகாக்கும் முறை பெரும்பாலும் ஆ..ப்ரிக்க மையப் பகுதி நாடுகளில் காணப்படுகிறது. உப்பிட்டுப் பாதுகாக்கும் முறை பொதுவாக அனைத்து நாடுகளிலும் உள்ளது.

தோல்களை நனைத்தல். தொழிற்சாலைக்குத் தோல்கள் வந்ததும் நிகழும் முதல் பணி நனைத்தல் ஆகும். உலர் முறையில் பக்குவம் செய்த தோல்களை நனைப்பதற்கு நீண்ட நேரம் ஆகும். ஈரப்பதம் உள்ள உப்பிட்ட தோல்களை நனைப்பது எளிது; காலமும் மிகக் குறைவு; மூன்று மணி நேரத்தில் தோல்களை நன்கு நனைத்துவிடலாம். ஆனால் உலர்த்தல் அல்லது உப்பிட்டு உலர்த்துதல் முறையினால் நனைப்பதற்குக் குறைத்து 24 மணி நேரமாகும். தோல்களை நனைப்பதால், வேதி மாற்றங்களும், இயற்கை அமைப்பு இயைபு நிலை மாற்றங்களும் ஏற்படுகின்றன.

நனைத்தல் மூலம் தோல்கள் ஈரத்தை மீண்டும் பெறுவதால் இயற்கையான, சாதாரணமான வழக்கமான உருவத்தையும் அளவையும் தோல் பெறும். தோல்களுக்குப் பாதுகாப்பாகப் பயன்பட்ட உப்பு, குருதி, நீரில் கரையும் புரதப்பொருள்கள் ஆகியன நனைப்பதால் அகற்றப்படு கின்றன.

தோல்களை நனைப்பதற்குத் தொட்டி அல்லது துடுப்பு, பீப்பாய்களைப் பயன்படுத்தலாம். தோல் பதனிடும் சாலையின் வசதிக்கும் தோலைப் பதப்படுத்தும் முறைகளுக்கும் ஏற்ப நடைமுறைகள் மாற்றி அமைக்கப்படும். உலர்ந்த தோல் நனைய வேண்டிய நேரம் 24 மணி நேரத்திற்கு மிகும் என்றால் தோலை நனைப்பதற்கு நனைப்பூக்கி (wetting agent), பூச்சி கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தலாம். தோலை நனைத்தபின் முடி நீக்குதலும் சுண்ணாம்பிடுதலும் நடைபெறும். தோலை நன்கு நனைப்பதோடு அதனைக் கழுவி அடுத்த செயல்முறைக்கு உட்படுத்த வேண்டும். காண்க: தோல் நனைப்பு.

- எம்.எஸ். ஒளிவண்ணன்

தோலுக்குச் சாயமிடல்

கண்கவரும் தோற்றத்திற்கும், தோலின் மதிப்பைக் கூட்டவும், பண்பாட்டிற்கு ஏற்ற தன்மையைப் பெறுவதற்கும் தோல்களுக்குச் சாயமூட்டுதல் மிகவும் தேவை.

தாவரப் பதனிட்ட தோல்களைக் காலணிக்கும், தோல் பொருள்கள் செய்யவும், ஆடை, இடுப்பில் கட்டப்படும் வார்ப்பட்டை ஆகியவற்றைச் செய்யவும் பயன்படுத்தினர். இவற்றிற்கும் சாயமூட்டுதல் தேவை. முற்காலத்தில் தாவரப் பொருள்கள் பல வண்ணச் சாயம் கொடுக்கப் பயன்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாகத் தாவரப் பதனிட்ட தோல்களை அலுமினிய உலோகப் பொருள்களைக் கொண்டு மீண்டும் பதனிட்டால் ஒரு விதப் பச்சை கலந்த பழுப்பு நிறம் கிடைக்கும். பட்டைத் தோலுக்கும் இரும்புத் தாதுப் பொருளுக்கும் ஒருவித ஒற்றுமை உண்டு. அதாவது பட்டைத் தோலில் இரும்பு சேர்ந்தால் எழுதும் மைப் போல் நீல நிறம் கிடைக்கும்.

தோலில் நிறமூட்டப் பயன்படும் பெரும்பாலான சாயப் பொருள்கள் கரித்தாரிலிருந்து பெறப்பட்ட செயற்கைப் பொருள்களாகும். சாய வகைகளைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம்.

இயற்கைத் தாவரச் சாயப் பொருள்கள். தாவரப் பட்டை, கட்டைகளைப் பயன்படுத்திச் சாயமிடப்பட்டன. இவற்றில் சாயக்கட்டைகள், லாக் உட் (log wood), எமடெட்டின் போன்றவை பரவலாகப் பயன்பட்டன. இவற்றைக் கொண்டு சாயமூட்டும்போது பயன்படும் சாய மரத்திற்கு ஏற்றவாறும், பதிப்பிக்கும் (striker) பொருள்களுக்கு ஏற்றவாறும் தோலின் நிறம் அமையும்.

காரச் சாயப் பொருள்கள். இந்தச் சாயப் பொருள்கள் தாவரப் பதனிட்ட தோலுடன் அனைத்து வகையான நிற வேறுபாடுகளையும் (shades) தரும். இந்தக் காரச் சாயப் பொருள்கள் பெரும்பாலும் அமிலங்களில் கரையும் தன்மையுடையவை. தொழில் வல்லுநர்கள் இந்தக் காரச் சாயப் பொருள்களை அமிலத்தில்தான் முதலில் கரைத்துப் பின்பு நீரில் முழுவதுமாகக் கரைப்பார்கள். இதனால் இந்தச் சாயப் பொருள்கள் குறைந்த அளவில் தோலுடன் இணையா. இந்தச் சாயப்பொருளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக, பிஸ்மார்க் பழுப்பு நிறத்தைக் குறிப்பிடலாம்.

புளியச் சாயப் பொருள்கள். இந்தச் சாயப் பொருள்கள் எளிதில் நீரில் கரையும். இவற்றைத் தோலில் இட்டால் (குறிப்பாக நிறமியப் பதனிட்ட தோலுக்கு) நன்றாக ஒட்டிக்கொள்ளும். சாயப் பொருள்களில் பெரும் பான்மையாகப் பயன்படும் சாயங்கள் இவையே. pH அளவு கூடக்கூட இவை தோலினுள் மிகுதியாகப் புகும். அமில சாயத்தைத் தோலில் இறுகப் பற்றிக் கொள்ள வேண்டுமானால் சாயம் ஏற்றும் பாடத்தின் இறுதியில் ..பார்மிக் அமிலம் சேர்க்கலாம்.

நேரான சாயப் பொருள்கள். இவை நிறமியத் தோல்களில் விரைவாக இணையும். இவை நீரில் நன்றாகக் கரையும் தன்மையுடையவை. தாவரப் பதனிட்ட தோல்களில்

இவை இணையா. மந்தமான நிற வேறுபாட்டைத் தரும்; எனினும் ஒருமித்த சாயத் தன்மையைக் குரோம் தோலுக்குத் தரும்.

உலோகப் பொருள் கலந்த சாயப் பொருள்கள். இவற்றை உலோகப் பொருள் கலந்த அமிலச் சாயப் பொருள்கள் என்று கூறுவர். இந்தச் சாயக் கூறுகளில் உலோகம் ஒரு சிறு அளவு கலந்து இருக்கும். இவை அமிலச் சாயங்களைப் போலவே செயல்படும். ஆனால் இவை ஒரு சீரான நிற வேறுபாட்டைத் தருவதோடு தோலில் நன்றாக இணைந்துவிடும். அதனால் இந்தச் சாயப்பொருளை ஆடைத் தோலுக்கு மிகவும் விரும்பிப் பயன்படுத்துவர்.

மேம்படுத்தப்பட்ட (developed) சாயப் பொருள்கள். இவை இயைபியல் முறையில் தயாரிக்கப்படு பவையாகும். இந்தச் சாயப் பொருள்கள் தோலில் நன்றாகப் பதிந்துவிடுகின்றன. ஆனால் இம்மாதிரியான சாயப் பொருள்களைத் தோல்களில் இடுவது கடின முறையாகும். அதனால் இம்முறைக்குத் தோல் பதனிடுவோர்களிடையே பெரும் வரவேற்பு இல்லை. மேம்படுத்தப்பட்ட கறுப்புச் சாயப் பொருள் பட்டுப் போன்ற (suede) தோல்களுக்குப் பயன்படுகிறது.

நிறம் நிறுத்திச் (mordant) சாயப் பொருள்கள். நிறம் மங்காத சாயத்தைப் பெறுவதற்கு இவை மிகவும் பயன்படும். இவையும் அமிலச் சாயப் பொருள்களைச் சேர்ந்தவையே. இந்தச் சாயப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் போது, நிறம் நிறுத்திகளைப் பயன்படுத்த வேண்டிய தேவையில்லை. இவற்றைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படும் நிறம் மிகவும் ஒளிர்வுடன் இருக்கும்.

வினையுறு (reactive) சாயப் பொருள்கள். இவை மிகவும் விலையுயர்ந்த சாயப்பொருள்கள். ஆனால் இந்தச் சாயப் பொருள்கள் கொண்ட தோலை மீண்டும் அலசினாலும், சாயம் திண்மையாகத் தோலினூடே ஒட்டிக் கொண்டுள்ளது. எ-டு: பிரிகென் சாய வகை. இது ஓர் எதிரயனிச் (anion) சாய வகையாகும். இந்தச் சாயத்தைத் தோலில் ஏற்ற உப்புநீரில் சாயத்தைக் கலந்து தோலுக்குக் கொடுத்துத் துணி சோடாவைக் கொண்டு pH மதிப்பு 8-9 வரை கொண்டு வர வேண்டும்.

கந்தகச் சாயப் பொருள்கள். கார ஊடகத்தில் தோலுக்கு இடுவதால் பெரும்பாலும் தோல் பதனிடுவோர் இந்தச் சாயப் பொருள்களை விரும்புவதில்லை. (pH=9-12). இந்தக் காரத் தன்மையினால் தோலில் இட்ட பதனிடும் பொருளும், தோலில் உள்ள புரதப் பொருளும் கெட்டு விடுகின்றன. ஆனால் சாமய்ஸ் என்னும் நாய்த் தோலுக்கு இந்தக் கந்தகச் சாயப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம். காரத் தன்மை நாய்த் தோல்களைப் பெரும்பாலும் தாக்குவதில்லை.

சாயமூட்டும் கொள்கை. தோல்கள் பல வகைகளில் பதனிடப்படுவதால் குறிப்பிட்ட வகையில் பதனிட்ட தோலுக்கு ஏற்றவாறு சாயப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். மேலும் சாயம் ஊட்டும் முன் தோலில் மிகுதியான உப்புகள் மற்றும் சாயப்பொருள்களை வீழ்படியச் செய்யும் பொருள்கள் இருப்பின் அவற்றை நன்கு கழுவித் தோலிலிருந்து நீக்க வேண்டும். இதனால் சாயப் பொருள்களின் தன்மைகள் கெடுவது இல்லை; தோலுக்குச் சீரான சாயம் ஏற்றப்படும்; சாயம் வீணாக்கப்படுவதில்லை. இல்லாவிடில் தோலில் சாயம் திட்டுத் திட்டாகப் படிந்து தோலின் தோற்றம் கெடும்.

சாயப் பொருளுக்கு ஏற்றவாறு சாயப் பொருள்கள் ஒட்டும் கொள்கை அமையும். இயற்கைத் தாவரப் பொருள் களிலிருந்து பெறப்படும் சாயப் பொருள்கள் பெரும்பாலும் தாவரப் பதனீட்டுப் பொருள் போல் செயல்படும். ஆகவே இந்தப் பொருள்கள் எளிதில் தோலினுள் செல்லும் தன்மையுடையன. ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு முறையில் இணையும். குறைந்த pH அளவில் மிக அதிகமாகச் செயல்படும்.

நேரடிச் சாயப்பொருள்கள் இயைபியல் முறையில் இணையா. இவை தோல்களின் மேற்பரப்பில் ஈர்க்கப்பட்டு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். தோலினுள் உட்புகா; அமிலச் சாயப் பொருள்கள் வலி குன்றிய அமிலம் போலச் செயல்பட்டுத் தோலில் இருக்கும் நேர் மின்னேற்றத்தால் ஈர்க்கப் பெற்ற இயைபியல் முறையில் இணைந்து நிறமூட்டும். இவை குறைந்த அளவில் தோலில் நன்கு சேர்ந்துவிடும். காரச் சாயப் பொருள்கள் நேர் மின்னேற்றத்தைப் பெற்றுள்ளமையால் குறைந்த pH அளவில் மிகுதியாகத் தோலுடன் இணையும்.

சாயமூட்டும் முறை. சாயமூட்டும் முறையைப் பீப்பாய், தூரிகை, துடுப்பு, தொட்டி ஆகியவற்றைக் கொண்டு நிகழ்த்தலாம். இப்போது வந்துள்ள சாயமூட்டும் கருவிகளாலும் சாயமேற்றலாம்.

- எம்.எஸ். ஒளிவண்ணன்

தோலும் கண்ணும்

தோலைப் போன்றே கண்ணின் இமை இணைச் சவ்வும், பளிங்குப்படலமும், கண் இமைகளும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையின் பாதிப்புகுள்ளாகின்றன. கண் புருவங்களில் குருதி நாளங்கள் மிகுந்துள்ளன. இவை பலமரபு நுட்ப அணுக்களால் (polygenic) ஆனவை. சிறப்புத் தன்மை கொண்ட மரபு அணுக்கள். கண் புருவங்களின் வளர்ச்சி, அடர்த்தி, பரவல், வண்ணம் ஆகியவற்றை அறுதியிடு கின்றன.

நீர்மமற்ற புறத்தோல் வளர்ச்சிக்கேட்டின்போது (ectodermal dysplasia) கண் புருவங்கள் வளர்ச்சி யடையாமலோ வளர்ச்சி குன்றியோ காணப்படுகின்றன. வழுக்கைத் தலை நிலையிலும், கண் இமை மயிர் உதிர்ந்து விடலாம் அல்லது வளராமலும் போய்விடலாம்.

சொரசொரப்பான தோல் கொண்ட தைராய்டு மந்த நிலையிலும், ஒழுகு படை போன்று தோற்றமளிக்கும் மேக நோயிலும், பெருமளவில் தோலையும், நரம்புகளையும் தாக்கும் தொழுநோயிலும் புருவத்தின் புறப்பகுதி சீர்குலைகிறது. தோலுரி நிலைகொண்ட சவலை நோயிலும் கண் இமைகள் தாக்கமுறும். வெண் தோல் (vitiligo) அல்லது வெண் குட்டம் எனப்படும் நோய்களில் புருவமே இராது.

தோலில் ஏற்படும் மிகு ஒவ்வாமையின்போது கண் இமைகளும் வீங்கி விடுகின்றன. பூனை பிறாண்டு நோயில், தோல் பிறாண்டப்படும்போது, கண் இமை வீங்கிச் சிவந்துவிடுகிறது. தட்டைப்படை (lichen planus) நோயில் கண் இமை நிறமிகள் தோன்றுகின்றன. கண்களுக்கு இடப்படும் சில களிம்பு, நகக் களிம்பு, அட்ரோபின் போன்ற மருந்து ஆகியன ஒவ்வாமை காரணமாகத் தோலில் ஒழுகுபடையைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

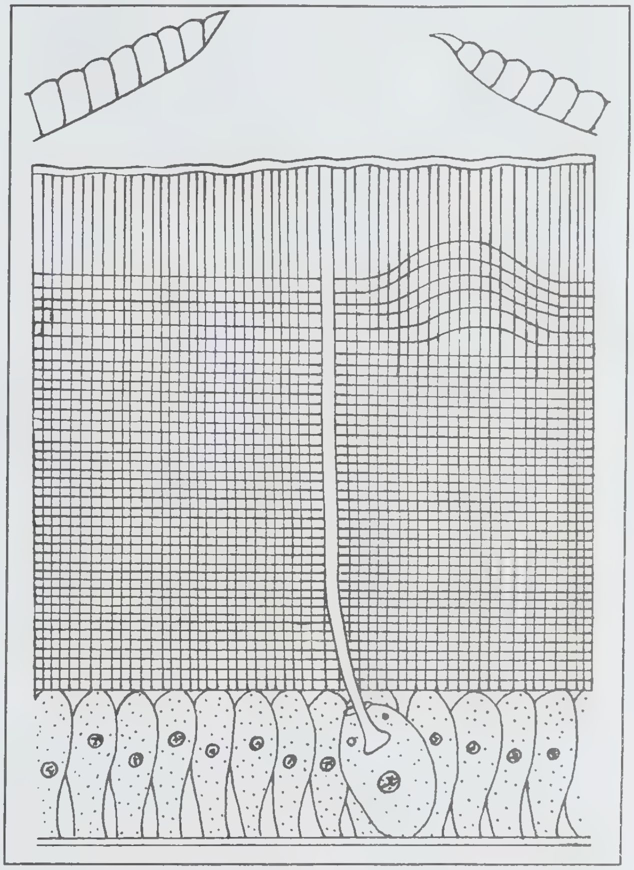
தோலில் நுண்ணுயிர்த் தாக்கம் (ஸ்டாபிலோகாக்கை) ஏற்படும்போது கண்களில் கட்டிகள் தோன்றுவதும் இயல்பே. உடலின் பிற பகுதிகளில் சீபக்கட்டி, டெர்மாய்டு, சுரப்பிக் கட்டி ஆகியவை தோன்றும்போது கண் இமைகளிலும் கட்டிகள் தோன்றுகின்றன. ∴பைப்ரில்லரி நியூரோமா நோயியத்தில் (syndrome) பல நுண் நரம்புக் கட்டிகள், உதடு, நாக்கு, கண் இமை ஆகியவற்றில் தோன்றுவதுடன் பாலின வளர்ச்சியும் குன்றிவிடுகிறது. பெரும்பாலும் பெண்களே இதனால் தாக்கமடைகின்றனர்.

மருந்துகளின் ஒவ்வாமையால் உண்டாகும் ஸ்டீவன்ஸ் ஜான்சன் நோயியத்தில் இமை இணைச் சவ்வு தாக்கப்படுகிறது. ஜோக்ரன் நோயியம், ரெய்டர்ன் நோயியம், சார்காய்டு போன்ற நோய் நிலைகளில் இமை இணைச் சவ்வு தாக்கப்படுகிறது. தலைப் பிரட்டைத் தோல் எனப்படும் வைட்டமின் A குறைபாட்டால் பைடாட் (bitot) புள்ளிகள் இமை இணைச் சவ்வில் தோன்றுகின்றன.

- **அ. கதிரேசன்**

தோலுரித்தல்

கணுக்காலிகளின் பறச்சட்டகம் விரிவடையும் தன்மையற்றது. எனவே, அவற்றின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில், புறச்சட்டகம் ஓர் உறையாக அமைகிறது. புறச்சட்டக உறை வளர்ச்சியின்போது கழற்றப்படும் நிகழ்ச்சிக்குத் தோலுரித்தல் (ecdysis) என்று பெயர். பூச்சியின் உடல், புறச்சட்டகம் வரை வளர்ந்தவுடன், கீழ்த்தோலிருந்து (hypodermis) உறை விடுபடுகிறது. பழைய சட்டகம் முதுகு மையக்கோட்டில் பிளவுபட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது.



தோலுரித்தல்

1. புதுத்தோல், 2. முன்தோல், 3. புறப்படை

தோலுரித்தலின்போது உடலின் வெளி உறையும், சுவாசத்தொகுப்பில் இடம்பெறும் முன்குடல், பின்குடலின் சுரப்பிகளின் உள்ளுறையும் நீக்கப்படுகின்றன. மயிர், செதில் போன்ற பிற பகுதியோடு நீங்கும் உட்படலம் கரைந்து விடுகிறது. இரைப்பையில் உள்ள உறைப் பகுதி சில சமயம் கழிவுப்பொருள்களுடன் வெளியேறுகிறது.

பூச்சிகள் வளர்ச்சி முடியும் வரை தோலுரிக்கும். இவ்வாறு உரிக்கப்படும் தோலுக்கு உரிதோல் (exuvia) என்று பெயர். இரு தோலுரித்தலுக்கு இடைப்பட்ட வளர்ச்சிக் காலத்திற்கு வளர்நிலை (stadium) என்றும், தோலுரித் தலுக்குப்பின் வெளிவரும் உயிரிக்கு வளரி (instar) என்றும், தோலுரித்தலை முடித்து முழுதும் வளர்ச்சி அடைந்த வளரிக்கு முதிரி (imago) என்றும் பெயர்.

உட்தோலிலிருந்து உரியப்போகும் பழைய தோலுறை முதலில் பிரிவது ஒரு தனி நிலையாகவும், அது அடியோடு தனித்துப் பிரிந்து உரிந்து போவது அடுத்த நிலையாகவும் இரு நிலைகளில் தோலுரித்தல் நிகழ்கிறது. இதில் மேல் தோல் பிரியத் தொடங்குவதே தோலுரித்தலின் முதல் நிலையாகும். பல பூச்சிகளில் இவ்விரு நிலைகளுக்கும் இடையே குறிப்பிட்ட கால இடைவெளி தெளிவாக இருக்கிறது.

தோலுரிக்கும் நிலையிலுள்ள பூச்சி மிகவும் செயலற்ற நிலையில் இருக்கும். முதலில் புறப்படைச் செல்கள் அளவில் பெரியனவாகி மறைமுகச் செல் பிரிவால் பிளவுபடும். செல்களின் மேல்பகுதி அகலமாகவும், கீழ்ப்பகுதி குறுகியும் இருக்கும். செல்களின் அடிப்பகுதியில் இடைவெளி உண்டாகிறது. இச்செல்கள் பழைய உறையிலிருந்து பிரிகின்றன. புறப்படைச் செல்களுக்கும் பழைய உறைக்குமிடையே உள்ள உரி தோல் இடைவெளி (exuvial space) தோலுரிக்கும் நீர்மத்தால் நிரப்பப்படுகிறது. இந்நீர்மத்தில் உள்ள புரத நொதிகளும் கைட்டினேசும் பழைய உறையை உட்பகுதியிலிருந்து நீர்பிரி செயலால் கரைத்துச் செரிக்கின்றன. புது உறை இந்நீர்மத்தின் அரித்துக் கரைக்கும் பண்பால் பாதிக்கப்படாதது. கரைக்கப்பட்ட உறையில் 80% குடல் பகுதிக்கோ தோலினால் உறிஞ்சப்பட்டு உடல் நீர்மத்திற்கோ சென்று, புதிய உறை உண்டாகப் பயன்படும்.

அதே சமயத்தில் புறப்படையும், அதன் தொடர்புள்ள பிற செல்களும் புது உறையை உருவாக்கும். மேல் உறையில் உள்ள குயூட்டிக்கிலின் (cuticulin) என்னும் அடுக்கு புதிய உறையில் முதலாமிடம் பெறும். இவ்வடுக்கு, மேல் உறையின் கீழ் உள்ள ஈனோசைட் (oenocyte) செல்களின் இடையீட்டுச் செயலால் உண்டாகிறது. மேல் உறை அடுக்குகள் பொதுவாக உட்பகுதியில் தொடங்கி, வெளி நோக்கி வளர்கின்றன. தேவையான அளவு புது உறை உருவானதும் தோலுரிக்கும் நீர்மம் உடலின் மேற்பரப்பு மூலம் உறிஞ்சப்படுகிறது. இந்நிலையில் தலையிலும் உடலின் மேல் முன் பகுதியிலும் உறை பிளவுபடும்.

தசைகள் சுருங்கி விரிதலாலும் காற்றோ நீரோ உறிஞ்சப்படுதலால் ஏற்படும் குருதி அழுத்த அதிகரிப்பாலும் தோலில் பிளவு உண்டாகிறது. பழைய உறை தோலுரிக்கும் நீர்மத்தின் மென்மையாக்கும் செயலால் உரிக்கப்படுகிறது. இவ்வுரித்தல் உடல் தசையின் அலைவு இயக்கத்தினால் தொடங்கி, கால்களின் துணையால் முடிவடைகிறது. புதிய உறை மீது காற்றோ நீரோ படும்போது அது உறுதியாகிறது.

எண்ணிக்கை. தோலுரித்தலின் எண்ணிக்கை பூச்சிகளின் சிறப்பினந்தோறும் வேறுபடும். படிமலர்ச்சியின்படி உயர்நிலைப் பூச்சிகளில், தாழ்நிலைப் பூச்சிகளைவிடக் குறைவான வளர்ச்சி நிலைகளே காணப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பூச்சிகள் 4-12 முறை தோலுரிக்கும்.

தோலுரித்தலின் எண்ணிக்கை சூழ்நிலைக்கேற்ப வேறுபடும்; உணவு மிகுதியாகக் கிடைக்காதபோது வண்டின் இளவுயிரிகளில் தோலுரித்தல் மிகுதியாகிறது. ஆனால் ஒவ்வொரு தோலுரித்தலுக்கும் அடுத்த வளர்நிலையில், உணவுப் பற்றாக்குறையினால் உடலளவு கூடுவதற்கு மாறாகக் குறைந்திருக்கும். பல பூச்சி இனங்களில் வளரிகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடும். பெண்பூச்சி மிகுதியான வளரிகளை உடையது.

ஹார்மோன்கள். தோலுரித்தல் மூளையில் சுரக்கும் உறார்மோனால் நிகழ்கிறது என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. உணவு ஊட்டம் முழுதும் முடியுமுன் லைமென்ட்ரியா இளவுயிரியைக் குருதி ஓட்டம் தடைப்படும்படி இறுகக்கட்டி இரு பகுதிகளாகப் பிரித்தால் மூளையுள்ள முன்பகுதி கூட்டுப்புழுவாகிறது. ஆனால் பின்பகுதி உயிரோடு இருந்தாலும் கூட்டுப்புழுவாதில்லை. பின்னர் செய்த ஆராய்ச்சியின் விளைவாக இளவுயிரிகளில் ஊட்டத்திற்குப் பின்னரே குறிப்பிட்ட காலத்தில் உறார்மோன் சுரக்கப்பட்டுக் குருதியை அடைவது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, பழ ஈயின் இளவுயிரிகளை ஊட்டத்திற்குப் பின் இரு பகுதிகளாக இறுகக் கட்டிப் பிரித்தாலும் இரு பகுதிகளும் கூட்டுப்புழுவாயின.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள். மூளையில் உள்ள நரம்பு-சுரப்பிச் செல்கள் தோலுரித்தலைத் தொடங்குகின்றன. இச்செல்கள் சுரக்கும் ஹார்மோன், முன்மார்புக்கண்டச் சுரப்பிகளைத் தூண்டித் தோலுரித்தல் ஹார்மோனைச் சுரக்க வைக்கும். முன்மார்புச் சுரப்பிச் சுரக்கும் எக்டிசோன் (ecdysone) என்னும் ஹார்மோன் தோலுரித்தலை நிகழ்த்துகிறது. இளவுயிரியில் ஒவ்வொரு தோலுரித்தலுக்கும் முன்னர் கார்ப்போரா அலட்டா (Corpora allata) இளம் ஹார்மோனைச் (juvenile hormone) சுரக்கும். தோலுரித்தலுக்குப் பின்னர் அடுத்து வளர வேண்டியது இளவுயிரியா முதிரியா என்பதை ஹார்மோன் நிலைப் படுத்துகிறது. சில பூச்சிகளில் இளம் ஹார்மோன் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறைகிறது. சில பூச்சிகளில் ஹார்மோன் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் திடீரென்று சுரப்ப தில்லை. ஆகையால் இரு தோலுரித்தல் நிலைகளுக் கிடையில் உருமாற்றம் உண்டாகிறது.

மூளை, ஹார்மோன் இருக்கும்போது மட்டுமே இளம் ஹார்மோன் தன் செயலை நிலை நிறுத்த முடியும். நான்காம் நிலை இளவுயிரியின் கார்பஸ் அலேட்டத்தை (Corpus allatum) ஐந்தாம் இளவுயிரியின் வயிற்றில் மாற்றிப் பதிக்கும்போது முதிரியாக மாறாமல் தோலுரித்தலுக்குப் பின்னர் இளவுயிரிகளின் பண்புகளைப் பெறும்.

பொதுவாக வளர்ச்சியின்போது மூளை ஹார்மோன் செயல்படுகிறது. மூளை ஹார்மோனின் தூண்டுதலால் இளம்

ஹார்மோன் சுரக்கிறது. இறுதி இளம் வளரியில் கார்பஸ் அலேட்டம், இளம் ஹார்மோனைச் சுரப்பதில்லை. ஆகையால் மூளை ஹார்மோனின் செயலால் இளவுயிரி முதிரியாகிறது.

செதிலிறக்கைப் பூச்சிகளின் முன்மார்புச் சுரப்பிகள் முதிரியின் பண்புகள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாக உள்ளன. பட்டுப்பூச்சியில் முன்மார்புச் சுரப்பி மற்றும் கார்பஸ் அலேட்டம் சுரக்கும் ஹார்மோன்களினால் இளவுயிரியில் தோலுரித்தல் நடைபெறுகிறது. மார்புச் சுரப்பியில் சுரக்கும் ஹார்மோன் களினால் உருமாற்றம் நிகழ்கிறது.

- இரா. சகுந்தலா

துணைநூல். Richard M.Fox and Jean M.fox, *Introduction to Comparative Entomology*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1968.

தோள்

பல்வேறு தசை, நாண் மூட்டு இவற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள புறப்பகுதி, தோள் (shoulder) எனப்படும். கைகளுக்குச் செல்லும் பல்வேறு நரம்பும் புன்கலன்களும் தோளின் கீழ்ப்புறமுள்ள அக்குள் வழியே செல்கின்றன. மரத்தைப் பற்றி உடலை மேல் நோக்கியிழுக்க உதவும் தோள் பல வலிவுள்ள தசைகளால் இணைக்கப்பட்டிருப்பதுடன் எப்பக்கமும் தோளை அசைக்கவும் உதவுகிறது. கைகளிலிருந்து வரும் சிரைகள், நிணநீர் நாளங்கள் தோளைக் கடந்து கழுத்துப் பகுதியில் இணைகின்றன. தோள்பட்டை என்பும் புற என்பும் தோளைத் திண்மையாக்குவதுடன் கையின் பல்வேறு இயக்கத்திற்கும் பயன்படும்.

தோள்பகுதியில் ஏற்படும் நரம்புக் காயங்களால் தசைகள் வலிவிழக்க, கையை அசைக்க முடியாமல் போகவும் வாய்ப்பு உண்டு. தோள் பகுதியில் ஏற்படும் நேரடிக் காயங்கள் தோள் மூட்டு நழுவக் காரணமாகலாம். வேகமாகச் செல்வதால் நிகழும் ஊர்தி விபத்திலும் கை திடீரென இழுக்கப்படுவதால் நரம்புப் பாதிப்பும், மூட்டு நழுவலும் ஏற்படும்.

தோள்பட்டை என்பு. இது முதுகுப்புறம் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக விலா என்பின் மேல் தசைகளால் இணைக்கப்பட்டுப் புய என்புடன் அசையுமாறு அமைந்துள்ளது. தோள்பட்டை என்பு (scapula) முக்கோண வடிவில் மெல்லிய தகடு போன்று காணப்படும். இதற்கு முன், பின் என இருபக்கமும், மேல், வெளி, உள் என மூன்று விளிம்புகளும், மேல், கீழ், வெளி என மூன்று கோணங்களும், ஸ்பைன், கோரக்காய்டு, அக்ரோமியன் என மூன்று முனைகளும் உண்டு.

உட்பகுதி. இது விலா என்புடன் தொடர்புடையமையால் விலாப்பகுதி (co stal surface) எனப்படும். செரட்டஸ் ஆண்டிரியர் மற்றும் சப்ஸ்காபுலாரிஸ் தசைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

வெளிப்பகுதி (dorsal surface). ஸ்பைனஸ் முனை, மேற்புறம் 1/3 பகுதியாகவும், கீழ்ப்புறம் 2/3 பகுதியாகவும் பிரிகிறது. சுப்ராஸ்பைன் தசையும் இப்பகுதியிலிருந்து தொடங்கும். இவ்விரு பகுதிகளும் வெளிப்புறம் ஸ்பைனோகிளினாய்டு வளைவு (spinoglenoid notch) வழியே தொடர்புடையவை.

விளிம்புகள். வெளி விளிம்பிலிருந்து முத்தலைத் தசையின் நீண்ட பகுதி கிளினாய்டு குழிக்குக் கீழ்ப் பகுதியில் உள்ள தடித்த குழிப் பகுதியிலிருந்தும் (infraglenoid tubercle) வெளி விளிம்பின் வெளிப் பகுதியிலிருந்தும் டீரிஸ் மேஜர் மற்றும் டீரிஸ் மைனர் தசைகள் தொடங்குகின்றன. உள் விளிம்பின் மேற்புறத்தில் ஸ்கேப்புலா தூக்கித் தசை (levator scapula) அல்லது கீழ்ப்பகுதியில் ராம்பாய்டு மேஜர் மற்றும் மைனர் தசைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மேல் விளிம்பில் உள்ள மேல் ஸ்கேபுலார் வளைவு (supra scapular notch) மேல்ஸ்கேபுலர் நாணினால் ஒரு துளையாக மாற்றப்பட்டு மேல்ஸ்கேபுலர் புன்கலன், நரம்புகள் செல்ல வழிவகுக்கிறது. ஒமோஹாயாய்டு தசையின் கீழ்ப்பகுதி (inferior belly of omohyoid muscle) இவ்வளைவை அடுத்துத் தொடங்குகிறது.

அக்ரோமியான் முனை. ஸ்பைன் முனையில் வெளிப்பக்க விளிம்பு அகன்று அக்ரோமியான் முனையாக மாறுகிறது. இதற்கு ஒரு நுனிப்பகுதியும், மேல் அடிப்பகுதியும், உள் மற்றும் வெளிவிளிம்பும் உள்ளன. உள் விளிம்பில் டிரப்பீஸியன் தசையும் வெளிவிளிம்பில் முக்கோண வடிவுடைய டெல்டாய்டு தசையும் நுனிப்பகுதிக்காரை என்புடன் ஒரு முட்டையும் தோன்ற, கோரக்கோ அக்ரோமியன் நாண் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அடிப்பகுதி கோரக்கோ அக்தோமியன் பந்தகத்துடன் இணைந்த தோள் மூட்டிற்கு இரண்டாம் குழிப் பகுதியைத் தோற்றுவிக்கும்.

கோரக்காய்டு முனை. தோள்பட்டை என்பின் தலைப் பகுதியிலிருந்து வளைந்து முன்புறம் மற்றும் வெளிப்புறமாக நீண்டிருக்கும். இம்முனை, காரை என்பின் உள் புறம் 3/4 பகுதி மற்றும் வெளிப்புறம் 1/4 பகுதி இணையும் இடத்தை அடுத்துள்ளது. இம்முனை வளையுமிடத்தில் உள்ள கோனாய்டு முழி (Conoid tubercle), கோரக்கோ கிளாவிகுலர் இணையம் (Coraco clai cular ligament) இணையும் இடமாகும். நுனிப்பகுதியிலிருந்து இருதலைத் தசையின் குறுகிய பகுதியும் கோரக்கோ பிரேக்கியாலிஸ் தசையும் தோன்றுகின்றன. உள் விளிம்பில் பெக்டோராலிஸ் மைனர் தசை இணைகிறது.

குருதி நாளங்கள். சப்ஸ்கேபுலார் தமனி, சப்ஸ்கே புலார் தமனி, சர்கம்பிளக்ஸ் ஸ்கேபுலார் தமனி, தொரக்கோ அக்ரோமியன் தமனிகள் இவ்வெலும்பில் கிளைகளைக் கொடுக்கின்றன.

ஸ்பொஞ்சலின் குறைபாடு. பிறவிக் குறைபாடாகத் தோள்பட்டை என்பு சிறுத்து வழக்கமான இடத்திற்கு மேலோ கீழோ காணப்படும். இவ்வென்பின் முறிவிற்கு மருத்துவம், தேவையில்லை. தசைகள் வலிவிழிக்கும்போது இவ்வென்பு துருத்திக் கொண்டு காணப்படுவதை இறக்கை என்பு (winging of scapula) என்பர்.

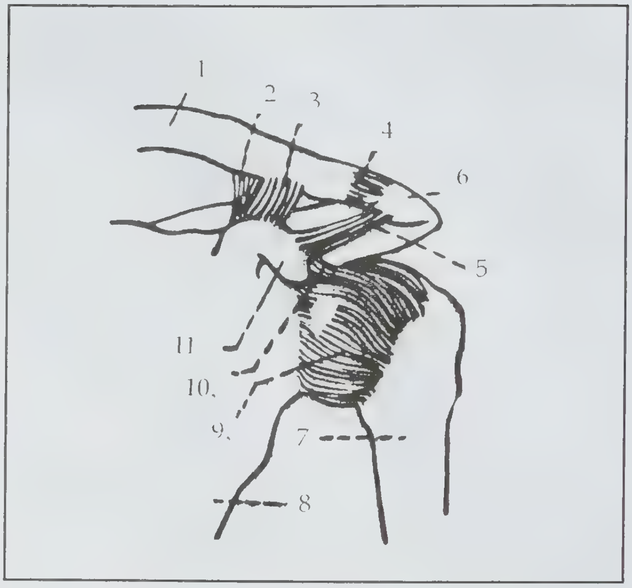
- மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

தோள் மூட்டு

இது புறப்பகுதியை உடலுடன் இணைக்கும் ஒரு பந்துக்கிண்ண மூட்டு. இது தோள்பட்டை என்பிற்கும் புய என்பிற்கும் இடையே உள்ள ஒரு மூட்டுப்பையால் சூழப்பட்ட, பல்திசையிலும் சுழலக்கூடிய மூட்டாகும். தோள்பட்டை என்பின் குழிந்த பகுதியாகிய கிளினாய்டு குழியில் (glenoid fossa) புய என்பின் தலைப்பகுதி அசைகிறது. கிளினாய்டு லேப்ரம் எனப்படும் குருத்தென்பு கிளினாய்டு குழியின் விளிம்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளமையால் இதன் குழிப்பகுதி ஆழமாகவுள்ளது.

மூட்டை வலிமைப்படுத்தும் நாண்கள். தோள் மூட்டுறைக் கிளினாய்டு குழியைச் சுற்றி மூட்டுறை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. புய என்பின் முனை கழுத்துப் பகுதியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வுறையினுள் மூட்டுச்சவ்வு (synovial membrane) காணப்படும். வலிமை குறைந்த இம்மூட்டுறை சப்ஸ்காபுலாரிஸ் (subscapularis), தசையின் விரிந்த நாண் பகுதியிலும், சுப்ராஸ்பைநேடஸ் (supraspinatus), இன்ஃபராஸ்பைனாடஸ் (infraspinatus) டீரிஸ் மைனர் தசை நாண்களாலும் உறுதிப்படுத்தப் பட்டிருக்கும். மூட்டுறையின் கீழ்ப்பகுதி மட்டும் வலிவுற்றாமையால் இதில் ஏற்படும் நலிவு, மூட்டு நழுவலுக்குக் காரணமாகும்.

இணை நாண்கள். மேல், கீழ் நடு கிளினோ புய நாண் (upper, middle, lower glenohumeral ligament), புறக் குறுக்கு நாண் (transverse humeral ligament), கோரக்கோ புய நாண் (coraco humeral ligament) ஆகியவை தோள் மூட்டு நழுவாமல் பாதுகாக்கின்றன.



தோள் மூட்டு

1. காரை எலும்பு
2, 3 கோரக்கோ காரை எலும்பு பந்தம்
4, 5 அக்ரோமியான் காரை எலும்பு பந்தம்
6. அக்ரோமியான் பகுதி
7. புய எலும்பு
8. தோள் பட்டை எலும்பு
9. தோள் மூட்டுறை
10. கோரக்காய்டு புய எலும்பு பந்தம்
11. கோரக்காய்டு பகுதி.

மூட்டைச் சுற்றியுள்ளவை. முக்கோணத் தசை அல்லது டெல்டாய்டு தசை, மூட்டின் முன், பின், மேல், வெளிப் பகுதிகளில் மூடியிருக்கும். முன்புறம், சப்ஸ்காபுலாரிஸ் தசையும், மேற்புறம் இருதலைத் தசையின் நீண்ட நாண் மூட்டுறையும், வெளிப்புறம் சுப்ராஸ்பைனேடஸ் நாண் மூட்டுறையும் காணப்படும்.

கிழி (bursa). சப்ஸ்காபுலார் கிழி, இன்பராஸ்பைடைஸ் கிழி, சப் அக்ரோமியஸ் கிழி, கோரக்காய்டு மேல் முனையின், மேலும் கீழும் இரு கிழி காணப்படும். அக்ரோமியான் மேல் முனையில் மற்றொரு கிழி காணப்படும். பின் சுற்றுப்புறத் தமனியும் (posterior circumplex humeral vessels) பின் சுற்று நரம்பும் இம்மூட்டை வந்தடையும்.

மூட்டின் அசைவுகள். தோள் மூட்டினால், புயத்தை முன்புறம் மடக்கவும், பின்புறம் நீட்டவும் வெளிப்புறமாகத் தலைக்கு மேல் தூக்கவும், உடலோடு ஒடுக்கவும், உட்புறம் வெளிப்புறமாகச் சுழற்றவும் முடியும். இம்மூட்டினால் புயத்தை வட்டமாகவும் சுழற்ற (circumduction) முடியும். இம்மூட்டின் கீழ்ப்புறமுள்ள மூட்டுறை வலிவின்மையால் எளிதில் நழுவ

வாய்ப்புண்டு. சுப்ராஸ்பைடைஸ் நாண் அழற்சி கால்சியம் படிவதால் மூட்டில் வலி, மூட்டுறை அழற்சி ஆகியவை ஏற்படலாம்.

- மா.ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

தோற்ற அமைப்பு

உயிரினங்களின் தோற்ற அமைப்பு (phenotype) என்பது மரபுப்பண்புகள் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு அவற்றின் தோற்றங்களை வெளிப்படுத்துவதேயாகும். எடுத்துக்காட்டாக, உயரம், குள்ளம், நீளம், சுருள் போன்ற புறத்தன்மைகளை விளக்கும் சொற்கள் மூலம் இதை அறிய லாம்.

தோற்ற வழி அமைப்பினை உயிரியல் வல்லுநர்கள் தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் நன்கு விளக்கியுள்ளனர். தோற்ற வழி அமைப்பில் இரு பொதுக்காரணிகள் இணைந்து செயல்பட்டுப் புறத்தன்மையை வெளிப்படுத்துகின்றன.

மரபுவழி அமைப்பு
(genotype)

இடைவினை (interaction) தோற்ற வழி அமைப்பு (phenotype)

சூழ்நிலை
(environment)

தோற்ற வழி அமைப்பில் பங்கேற்கும் காரணிகள்

பொதுப் பண்புகள். தோற்ற வழி அமைப்பிற்கான பண்புகளாகப் பூச்சிகளின் நிறம், மயிரின் அமைப்பு, சிறப்புத் தேர்வுகளுக்கான அடையாளங்கள், உயரம், குள்ளம், குருதி வகை போன்ற வெளிப்படையாக அறியக்கூடியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

தோற்றவமைப்பில் அல்லீல்களின் பங்கு. ஒரே பண்பின் மாறுபட்ட நிலைகளை வெளிப்படுத்தும் ஜீன்கள் அல்லீல்கள் ஆகும். சான்றாகப் பட்டாணிச் செடியின் உயரம் நெட்டையாகவோ, குட்டையாகவோ இருக்கலாம். இவற்றுள் ஒன்று (நெட்டை) ஓங்கு தன்மையதாகவும் மற்றொன்று (குட்டை) ஒடுங்கு தன்மையதாகவும் இருக்கலாம். எனவே இவற்றை முடிவு செய்யும் அல்லீல்கள் முறையே ஓங்கு தன்மையானவை ஒடுங்கு தன்மையானவை எனக் குறிப்பிடப்படும். ஓங்கு தன்மை அல்லீலை A என்றும், ஒடுங்குதன்மை அல்லீலை a என்றும் கொள்ளலாம். மெண்டலின் பாரம்பரிய விதிகளின்படி உயர் தாவரங்களில் ஜீன்கள் இரட்டைகளாகவே இருக்கும். இவ்வடிப்படையில் AA மற்றும் Aa ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட இரு வகைச் செடிகளுமே நெட்டையாக இருக்கும். இதற்கு A என்னும் அல்லீலின் ஓங்குதன்மையே காரணமாகும். aa எனும் ஜீன் ஆக்கம் கொண்டவை குட்டையாக இருக்கும். அதாவது ஓங்கு பண்பு, ஓரிட்டை அல்லீல்கள் ஒத்தவையாக (homozygous) இருந்தாலும் அல்லது வேறுபட்டு இருந்தாலும் வெளிப்படும் உயிர்களுக்கிடையே காணப்படும் வேறுபாட்டிற்கு அவற்றில் உள்ள வெவ்வேறு வகைப் புரதங்களே காரணமாகும். நொதியால் புரதம் உருவாவதை ஜீன்களே கட்டுப்படுத்துகின்றன.

நொதிகளின் செயல்பாட்டின் வெளிப்பாடே பண்புகளின் தோற்றமாகும். எனில் A எனும் அல்லீல் உண்டாக்கும் ஒரு நொதி எவ்வாறு a எனும் அல்லீல் உண்டாக்கும் நொதியின் செயலைக் கட்டுப்படுத்தும் எனச் சிந்திக்கப்பட்டது. A என்பதால் செயல்திறன் உள்ள புரதம் உண்டாக்கப்பட்டாலும் a என்பதால் உண்டாக்கப்படும் புரதம் செயல்திறனற்றது. Aa ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட செடிகளில் A உண்டாக்கும் செயல்திறனுடைய நொதியின் அளவு மிகுதியாவதால் ஓங்கு பண்பு வெளிப்படுகிறது என அறியப்பட்டது. எனவே பல பாரம்பரியங்களிலும் காணப்படுவது முழுமையான ஓங்கு தன்மையே ஆகும். அதாவது ஓர் அல்லீல் மற்றோர் அல்லீலின் மேல் முழுமையான ஓங்கு தன்மை கொண்டுள்ளது எனலாம்.

ஒரு சில அல்லீல்கள் முழுமையற்ற ஓங்குதன்மை கொண்டவை. எனவே வேறுபட்ட ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட உயிரிகளில் ஓங்கு பண்பிற்கும் (Aa) இடைப்பட்ட புறத்தோற்றமே தோன்றும். எ-டு; அந்தி மல்லிகைச் செடியில் AA எனும் ஒத்த ஓங்கு தன்மை ஜீன் ஆக்கம் கொண்டவை, சிவப்பு நிற மலர்களையும் aa எனும் இரண்டு ஒடுங்குதன்மை ஆக்கம் கொண்டவை வெள்ளை நிற மலர்களையும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் வேறுபட்ட அல்லீல்கள் கொண்டவை (Aa) இளம் சிவப்பு மலர்களைப் பெற்றிருக்கும். இதற்கு அல்லீல் A இன் முழுமையற்ற ஓங்குதன்மை காரணமாகும். அதாவது A உண்டாக்கும் நொதி, சிவப்பு நிறத்தைத் தோற்றுவிப்பதற்குப் போதியதன்று.

சில அல்லீல்கள் இணை ஓங்குதன்மை (codominance) கொண்டவை. அத்தகைய அல்லீல்கள் சேர்ந்திருக்கும் நிலையில் (Aa) அவற்றின் தனித்தனிப் பண்புகளும் ஒரு சேர வெளிப்படும். சான்றாக மனிதக் குருதி A, B, O எனும் மூவகைப்படும். இப்பண்புகள் புறத்தோற்றங்களாகவே கருதப்படுகின்றன. A பிரிவு I^A எனும் ஓங்குதன்மை அல்லீலாலும், B பிரிவு I^B எனும் மற்றொரு ஓங்கு தன்மை அல்லீலாலும் அறுதியிடப்படும். இவ்விரு வகைகளுமே O பிரிவின் மேல் ஓங்கு தன்மை கொண்டவை. O பிரிவிற்குரிய ஜீன் I^O ஆகும். (L எனவும் குறிப்பிடுவதுண்டு). எனவே A பிரிவுக் குருதியைக் கொண்டோர். I^A I^A அல்லது I^A I^O. ஜீன்

ஆக்கமும், B பிரிவைக் கொண்டோர் $I^B I^B$, $I^B I^O$ ஜீன் ஆக்கமும் பெறுவர். ஆனால் O பிரிவினர் $I^O I^O$ எனும் ஒரே வகையான ஜீன் ஆக்கம் கொண்டிருப்பர். ஆனால் I^A, I^B ஜீன் ஆக்கம் கொண்டோர் AB வகைக் குருதியைப் பெறுவர். இதற்குக் காரணம் I^A மற்றும் I^B ஜீன்களின் இணை ஓங்கு தன்மையாகும்.

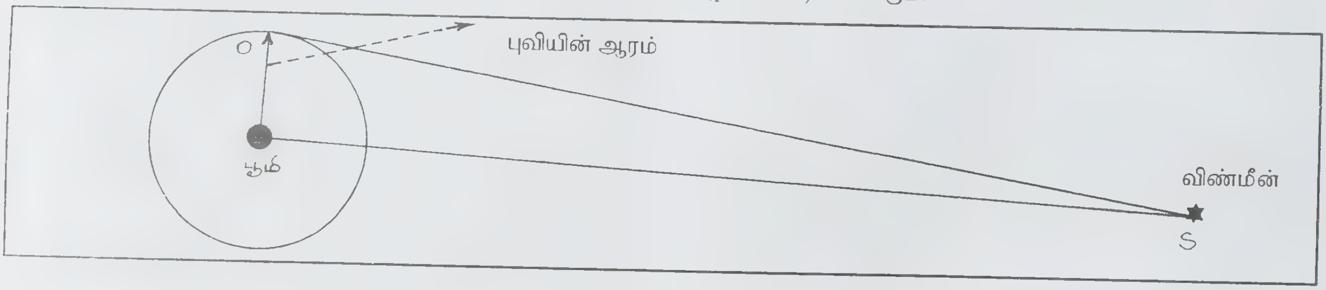
அல்லீல்களிராத ஜீன்களின் பங்கு. சில சமயங்களில் வெவ்வேறு ஜீன்களும் ஒரே பண்பைக் கட்டுப்படுத்தும். அதன் காரணமாக அவற்றிடையே இடைவினை ஏற்பட்டுப் புறத்தோற்றங்கள் மாற்றமடையும். அல்லீல் இராத ஒரு ஜீன் மற்றொரு ஜீனின் விளைவை மறைத்தால் அதற்கு மறைத்தல் (epistasis) என்று பெயர். இது ஓங்கு தன்மையிலிருந்து மாறுபட்டது. ஏனென்றால் ஓங்கு தன்மையில் ஓர் அல்லீல் மற்றோர் அல்லீலின் வெளிப்படும் தன்மையை மறைக்கிறது. சான்றாகப் பூசணிக்காய் நிறம் இவ்வகைப் பாரம்பரியத்திற்குட்பட்டது. இவற்றில் W எனும் மறைக்கும் ஜீன் மஞ்சள் நிறத்திற்குரிய ஜீனையும் (Y), பச்சை நிறத்திற்குரிய ஜீனையும் (y) மறைத்து அந்நிறங்கள் வெளிப்படாமல் தடுத்து வெண்ணிறக் காய்கள் தோன்றக் காரணமாகும். W என்பதன் அல்லீல் w, அதன் ஒடுங்கு தன்மை காரணமாக மறைக்கும் திறனற்றது. எனவே குறைந்தது ஒரு w ஜீன் இருந்தாலும் காய்கள் வெண்ணிறமே பெறும். W இராதபோதுதான் காய்கள் மஞ்சள் நிறம் பெற்றோ (wwYY, wwYz) பச்சை நிறம் பெற்றோ (wwyy) தோன்றும்.

சூழ்நிலையும் தோற்றவமைப்பும். மரபுச் சூழ்நிலையற்ற புறச் சூழ்நிலையும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட உயிரிகளில் வெவ்வேறு புறத்தோற்றங்களை உருவாக்கும் தன்மையது. எடுத்துக்காட்டாக முயல்களின் நிறம் பல அல்லீல்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவற்றுள் இமயமலை வகையின் உடல் வெண்ணிறத்துடனும் காது, கால், வாய் நுனி ஆகிய பகுதிகள் கறுப்பு நிறத்துடனும் காணப்படும். இப்புறத்தோற்றத்திற்குக் காரணமான அல்லீல் Ch ஆகும். ChCh ஜீன் ஆக்கம் கொண்டவை, இமயமலை வகை ஆகும். அல்லீல் 34°Cக்குக் குறைந்த வெப்பநிலையில் கறுப்பு நிறமியை உருவாக்கும் திறனுடையது. முயலின் மேற்குறிப்பிட்ட நுனிப்பகுதிகளில் இயல்பாக வெப்ப நிலை குறைவாக இருக்கும். எனவே, அப்பகுதிகள் கறுப்பு நிறம் பெற்றிருக்கும். ஆனால் இந்த ஜீன் ஆக்கம் கொண்ட முயல்களைக் குறைந்த வெப்ப நிலையில் வளர்த்தால் உடல் முழுதும் கறுப்பு நிறமாகும். இவ்வாறே உயர் வெப்ப நிலையில் வளர்த்தாலும் கறுப்புப் பகுதிகளில் வெண்முடிகள் வளரும்.

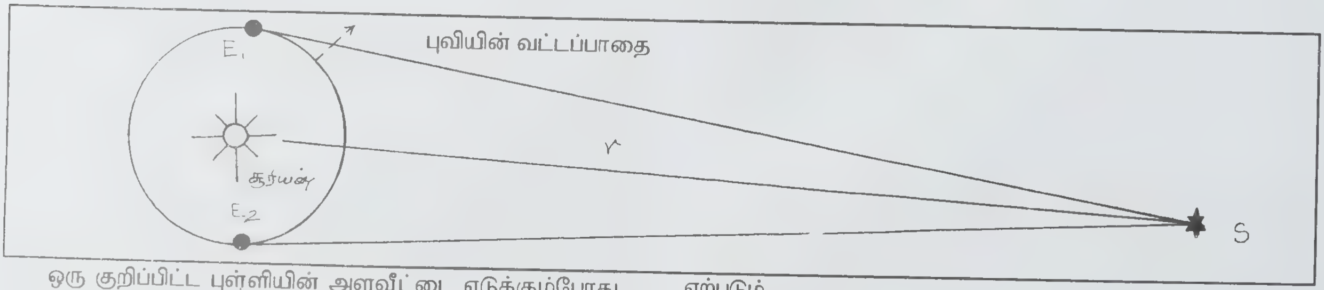
- கே. வாசுதேவன்
- ஜி. இளங்கோவன்

தோற்ற இடமாற்றம்

ஒரு பொருளை வெவ்வேறு நிலைகளிலிருந்து வெவ்வேறு கோணங்களில் பார்க்கும்போது அது இருக்கும் இடம் வெவ்வேறாக இடம்மாறித் தோன்றுவது தோற்ற இடமாற்றம் (parallax) எனப்படும்.

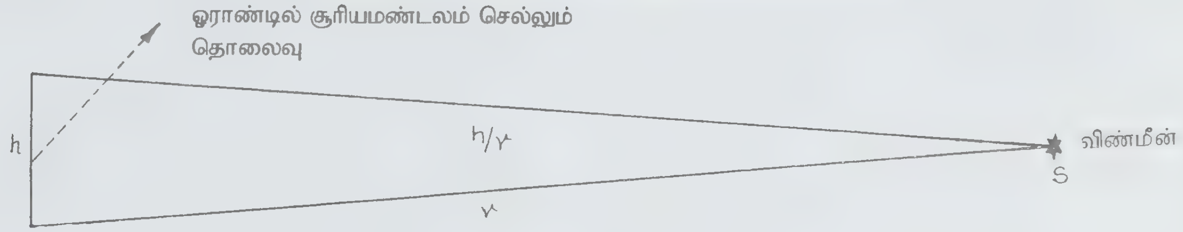


படம் 1 - புவி-மையத் தோற்ற இடமாற்றம்



ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியின் அளவீட்டை எடுக்கும்போது அப்புள்ளியிலிருந்து நேர்குத்தாய் அமையவேண்டும். இல்லையெனில் தோற்ற இடமாற்றப் பிழை (parallax error) ஏற்படும்.

வானியலில், நோக்கப்படும் இரு புள்ளிகளால் விண்வெளிப் பொருளில் தோன்றும் திசை மாற்றம் தோற்ற



படம் 3 - சார்பற்ற தோற்ற இடமாற்றம்

இடமாற்றம் எனப்படும். இரு நோக்குப் புள்ளிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு, அடிப்படைக்கோடு (basic line) எனப்படும். புவி அதன் அச்சைக் கொண்டு தன்னைத் தானே சுற்றுவதால் புவிமைய (geo-centric) அல்லது நாளியக்கத் (diurnal) தோற்ற இடமாற்றம் ஏற்படும்.

இது புவியின் அளவினால் (size) தோன்றுகிறது. கிடைமட்டத் (horizontal) தோற்ற இடமாற்றம் என்பது புவியின் மையத்துக்கும் நோக்கும் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட கோடும், புவியின் மேலிருந்து பார்ப்போர்க்கும் நோக்கும் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட கோடும் தோற்றுவிக்கும் கோணம் ஆகும். புவி சூரியனைச் சுற்றும்போது கதிரவமைய அல்லது (helio centric) ஆண்டுத் (annual) தோற்ற இடமாற்றம் ஏற்படும்.

இது புவியிலிருந்து அருகிலுள்ள விண்மீன்களை நோக்கும்போது தோன்றுகிறது. இத்தகைய தோற்ற இடமாற்றம், விண்மீன்களின் தொலைவை அளக்கவும் அவற்றின் இயற்பியல் பண்புகளைப் பற்றி அறியவும் உதவும். சூரிய மண்டலம் (solar system) இவ்வண்டத்தைச் சுற்று வதால் சார்பற்ற (secular) தோற்ற இடமாற்றம் ஏற்படுகிறது.

இம்முறை விண்மீன் கூட்டங்களின் சராசரி தொலைவை அளிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

- மு.நா. சீனிவாசன்

தோற்றத்துகள்கள்

தனித்த துகள்களாய்த் தோன்றாமல் இயல்பான துகள்களைப் போன்று நிறை, ஆற்றல், உந்தம் ஆகிய பண்புகளை மட்டும் பெற்றிருப்பவை தோற்றத் துகள்கள் (quasi particle) எனப்படுகின்றன. ∴போனான்கள் (phonons), நீர்ம ஹீலியம்-3 மற்றும் சில திண்மங்களில் தோன்றும் அடிப்படை அதிர்வியக்கம் போன்றவை தோற்றத்துகள்களாகும்.

ஒரு கடத்து எலெக்ட்ரான் (conduction electron) மற்றோர் எலெக்ட்ரானுடன் உண்டாக்கும் இடையீட்டு வினையினால் ஒன்றன் மீதொன்று மோதும். இந்த இடையீட்டு வினை வாண்டோ என்பாரால் விளக்கப்பட்டது. இக்கொள்கை, இடையீட்டு வினை எலெக்ட்ரான்களின் அமைப்பிலுள்ள தனித்துகள்களில் (single particles) கிளர்வுகளை (excitations) நன்கு விளக்குகிறது. இத்தகைய தனித்துகள் கிளர்வுகள் தோற்றத்துகள்கள் எனப்படும். இவற்றைத் தனித்த எலெக்ட்ரான் வளிமத்தின் (free electron gas) தனித்துகள் கிளர்ச்சிகளுக்கு ஒப்பிடலாம். எனவே, தோற்றத்துகள் என்பது எலெக்ட்ரான் வளிமத்தின்ஒரு குலைவு முகிலை (distortion cloud) உடன் தோற்றுவிக்கும் ஒரு தனித்துகள் எனலாம்.

ஃபோனான்கள். ∴போனான் என்பதை ஓர் ஒலி குவாண்டம் (sound quantum) எனலாம். ஒரு படிகத்தில் தோன்றும் மீட்சி அலைகள் (elastic waves) ∴போனான்கள் எனப்படுகின்றன. படிகத்தில் தோன்றும் வெப்ப அதிர்வுகள் வெப்பத்தால் கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட ∴போனான்கள் எனப்படும். 1 ∴போட்டான்கள், நியூட்ரான்கள், எலெக்ட்ரான்கள் போன்றவற்றோடு இடையீட்டு வினை ஏற்படுத்தும்போது ∴போனான்கள் உந்தம் கொண்ட துகள்கள்போல் செயல்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றிற்கு இயல்பு உந்தம் இல்லை. இவ்வுந்தம் படிக உந்தம் (crystal momentum) எனப்படும். படிகத்தில் தோன்றும் அணிக்கோவை அதிர்வுகளின் (lattice vibrations) அதிர்வெண் γ எனக் கொண்டால், ∴போனான்களின் ஆற்றல் h^{γ} ஆகும். இங்கு அதிர்வெண் h என்பது ப்ளாங்க் மாறிலி ஆகும்.

எலெக்ட்ரான்களும் ∴போனான்களும் நிகழ்த்தும் இடையீட்டு வினைகளால், எலெக்ட்ரான்கள் ∴போனான் களால் எண்ணிக்கை மிகுதியாகிறது. எனவே எலெக்ட்ரான் சிதறலும் மிகுதியாகிறது. டீபை என்பார் திண்மப் பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் பற்றிய தமது கொள்கையில், ஒரு திண்மத்தின் அணுக்கள் அடுக்காய் அமைந்த முப்பரிமாணக் கோவை போல் உள்ளன என்றும், வெப்பத்தால் அதிர்வுறும் ஓர் அணு அதன் அருகிலுள்ள மற்றோர் அணுவை அதிர்வுறச் செய்கிறது எனவும் கூறினார். இதனால் திண்மத்தில் அலைவு உண்டாகி அது ஒளியின் வேகத்துடன் செல்கிறது. குவாண்டம் ∴போனான் எனப்படும் திண்மத்தில் ஏற்படும் அணுக்களின் வெப்ப இயக்கம் ∴போனான் வளிமம் (phonon gas) எனப்படும். ∴போனான் வளிமத்தில் உள்ள ∴போனான்களுக்கு இடையே நிகழும் மோதல்களைக் கொண்டு ∴போனான் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவைக் (mean free path) கணக்கிட்டு அரிதில் கடத்திகளில் உண்டாகும் வெப்பக் கடத்தல் எண்ணைக் காணலாம். எனவே ∴போனான்களைத் துகள்பண்புகள் கொண்ட ஒரு ஒலியலைப் பெட்டகமாகக் கருதலாம்.

மீபாய் (super fluid) பண்புகள் கொண்ட நீர்ம ஹீலியத்தைப் பற்றிய கொள்கையில், நீர்ம ஹீலியத்தில் தோன்றும் நெட்டலைகள் ∴போனான்கள் எனப்படும் ஒலி குவாண்டமாகக் கருதப்பட்டு நீர்ம ஹீலியத்தின் பண்புகள் விளக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாக, நீர்ம ஹீலியம்-3 இல் தோன்றும் அடிப்படைக்கிளர்ச்சிகளால் தோன்றும் ∴போனான்கள் என்னும் தோற்றுத்துகள்கள் நீர்ம ஹீலியம்-3 இல் மீபாய் தன்மையற்ற பண்பையும் எடையற்ற தன்மை யையும் விளக்கப் பயன்படுகின்றன.

- மூ.நா. சீனிவாசன்

பொருளடைவு

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
திசு ஒட்டு மருத்துவம்	1
திசு, தாவரங்கள்	2
திசுத் தோற்றம்	3
திசு வளர்ப்பு, தாவரம்	4
திசு வளர்ப்பு, விலங்கு	8
திசை	15
திசை உயர அளவி	15
திசை காட்டி	15
திசை காண் கருவி	16
திசை திருப்பி	18
திசை நிலைப் பிணைப்பி	19
திசைப் புள்ளிகள்	20
திசையன்	21
திசையன் இயற்கணிதம்	21
திசையன் களம்	28
திசையன் கூட்டல்	29
திசையன் தொகை	30
திசையன் நுண் கணிதம்	32
திசையன் பெருக்கல்	34
திசையன் வகைக்கெழு	35
திசையிலி	37
திசையுறு கொசைன்	37
திசையொவ்வாப் பண்பு	38
திசைவேகம்	38
திட்டக்காட்சிமுறை வீழல்	40
திட்ட நேரம்	41
திட்ட மதிப்பீட்டு ஆராய்ச்சி	43
திட்டமதிப்பீட்டுச் சீராய்வு நுட்பம்	44
திட்ட வரைபடம்	46
திடீர்மாற்ற வகை	49

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
திடீர் வாலைவடித்தல்	51
திண் கனிமங்கள்	53
திண்மங்களில் கதிரியக்க அழிவு	54
திண்மக் கரைசல்	55
திண்மக் கழிவு மேலாண்மை	64
திண்மக் கூழ்	56
திண்மச் சிறைகள்	67
திண்மத் திவலையாக்கல்	68
திண்மத் துளைகள்	68
திண்மநிலை இயற்பியல்	69
திண்மநிலை வேதியியல்	70
திண்ம நீர்மங்களில் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலை	84
திண்மப் பட்டைக் கொள்கை	88
திண்மப்பொருள் எக்கி	89
திண்மம்	91
திண்ம வினையூக்கிகளின் இயல்புகள்	92
திண்ம வெப்ப எண்	94
திண்ம வெப்பக் கடத்தல்	95
திண்ம ஹீலியம்	99
திணி பெட்டி	102
திப்பிலி	104
திமிங்கிலச்சுறா	106
திமிங்கிலம்	107
திமிங்கில மீன்	111
தியோடலைட்	111
தியோபுரோமின்	111
திரட்சி	112
திரள் கனி	115
திரள்தல்	116

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
திராட்சை	116
திரிகடுகு (சித்த மருத்துவம்)	121
திரிதடையம்	121
திரிதபலை (சித்த மருத்துவம்)	128
திரிபளவி	129
திரிமுனை இயக்கமைப்பு	131
திரியோனைன்	135
திரிலோபைட்	136
திருக்கம்	137
திருக்கம் (விலங்கியல்)	138
திருக்க மாற்றி	140
திருக்கை	141
திருகு	144
திருகு உயர்த்தி	147
திருகு சுழல்	148
திருகுபுரி	148
திருகு வானூர்த்தி	148
திருத்தி	150
திருநீற்றுப்பச்சை	154
திருப்பம்	156
திருப்புச் சாய்வு காட்டி	158
திருவாத்தி	159
திருவாதிரை	160
திருவோணம்	160
திரை அச்சடிப்பு	160
திரைப்படம்	160
தில்லை மரம்	175
திலேபிக் கெண்டை	177
திறந்த கண்ணிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு	178
திறந்த மின்சுற்று	179
திறந்தமுனை நூற்பு	179
திறந்த வெளிச் சுரங்கவியல்	184

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
திறமை	187
திறன்	188
திறன் ஊட்டிய கார்பன்	190
திறன் கூறு	191
திறன் கூறு அளவிகள்	191
திறனியக்க அகழ் எந்திரம்	196
காண்க: அகழ்வர் எந்திரம், திறன்	
தீ	196
தீ அணைப்பான்	206
தீ அணைப்பி	209
தீ எதிர்ப்பு	211
தீக்கனல்	211
தீக்காணி	212
தீட்டாச் சார்புகள் (கணிதம்)	212
தீத்தடுப்புச் சுவர்	214
தீத் தடுப்பு முறைகள்	215
தீப்பற்று இயக்கங்கள்	219
தீப்புண் (கால்நடை)	222
தீப்புண்ணும் வேக்காடும்	222
தீவனச் சேர்மம்	223
தீவனத் தாவரங்கள்	224
தீவனப் பகுப்பாய்வு	226
தீவனப் பாதுகாப்பு	227
தீவனம்	227
தீவிர இடைச்செவி அழற்சி	233
தீவிர இரைப்பை அழற்சி	234
தீவிர ஈரல் அழற்சி	234
தீவிர கண்காணிப்புப் பிரிவு	237
தீவிர கணைய அழற்சி	237
தீவிர குடல் காயம்	238
தீவிர குடல்வால் அழற்சி	238
தீவிர குரல்வளை அழற்சி	239

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தீவிர சிறுகுடல் அடைப்பு	239
தீவிர தமனி அடைப்பு	240
தீவிர தொண்டை அழற்சி	241
தீவிர நாள்பட்ட பேதி	241
தீவிர பக்கப்பை அழற்சி	242
தீவிர பித்தநாளச் சீழ்நிலை	242
தீவிர பித்தப்பை அழற்சி	243
தீவிர மாஸ்டாயிடு அழற்சி	244
தீவிர வயிறு	245
தீவு உயிரி நிலவியல்	246
துகள், இயல்புகள்	249
துகள் காணிகள்	250
துகள் கோட்பாட்டில் மின்னோட்டங்கள்	254
துகள் கோட்பாடு	256
த்கள் தடப் பொறிப்பு	257
துகள் முடுக்கி	260
துடிக்கும் அண்டம்	266
துடிப்பு அலையாக்கி	267
துடிப்பு விண்மீன்கள்	269
துடுப்பு மீன்	273
துணி	273
துணி அச்சடிப்பு	294
துணி அளவுகளும், இயல்புகளும்	300
துணி ஆய்வு	317
துணி இயற்பியல்	330
துணி இழுவை ஆய்வுகள்	335
துணி இழைகள்	340
துணி சீர்செய்தல், சிறப்பு வகை	346
துணி சீர்செய்தல், தீ எதிர்ப்புவகை	350
துணி சீர்செய்தல், பொது	351
துணி சோதனைக்காக மாதிரிகூறுகளைத் தேர்ந்தெடுப்பு	356
துணி தயாரிப்புச் செயல் முறைகள்	363
துணி நூல்கள்	365
துணிப் பாதுகாப்பு	370
துணிப்பு	371
துணிப்பு மையம்	372
துணிப் பொருள்கள்	373
துணிப்பொருள் தேர்ந்தெடுப்பும் பாதுகாப்பும்	377
துணியைச்சீர்செய்து முடித்தல்	382
துணி வேதியியல்	390
துணைக் கணம்	395
துணைக் கருவித் தொகுதி	395
துணைக் கோட்பாடு	397
துணைக் கோள்கள்	398
துணைப் பெருவிண்மீன்	399
துணையலகு	399
துணையலகு சமன்பாடு	400
துணை வரைபடம்	401
துத்தநாகக் களிம்பு	402
துத்தநாக சல்ஃபேட்	402
துத்தநாகம்	402
துத்தி	407
துப்பட்டி நெய்யும் எந்திரங்கள்	408
துப்பாக்கி	411
துப்புரவுப் பொறியியல்	412
தும்பி	413
தும்பை	414
துயிலூட்டிகள்	416
துரப்பணச் சுரங்கவியல்	421
துரியன்	423
துருத்தி	425
துருவ ஆயக்குத்து பயண அமைப்புகள்	425
துருவ உயிரி	426
துருவ ஒளி	426

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
துருவக் கடற்பயணம்	428
துருவங்கள் (வானியல்)	428
துருவ மண்டலங்கள்	429
துருவ முக்கோணம் (வானியல்)	430
துருவல் எந்திரம்	431
துருவ விண்மீன்	434
துருவு சுருள்	435
துலங்கல்	435
துலாம்	436
துவரை	436
துளசி	443
துளுக்க சாமந்தி	445
துளை	446
துளை எந்திரம்	446
துளை கடைவான்	449
துளையில்லாக் குதம்	452
துளையுயிரி	452
துளை விரிவாக்கம்	454
துறவி நண்டு	454
துறைமுகத் தளம்	455
துறைமுகம்	456
தூக்கணாங்குருவி	458
தூக்கிச் செல் பொறி (காண்க: உயர்த்தும் பொறி)	459
தூங்குமூஞ்சி மரம்	460
தூசு தும்புகளின் படிவு அகற்றல்	461
தூண்	461
தூண் ஒப்பு முறை	465
தூண்டச் சமனி	467
தூண்டச்சுருள்	474
தூண்டம் அளத்தல்	475
தூண்டல், காந்த	478
தூண்டல் மின்னோடி	490

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம்	496
தூண்டலும் அமைப்பாக்கமும்	497
தூண்டளவி	500
தூண்டி	501
தூண்டில்	502
தூண்டில் மீன்	506
தூண்டுகை ஆக்கி	508
தூய்மைக் கேட்டு நுண்ணுயிரியல்	509
தூய்மைக்கேடு சட்டம்	511
தூர்வாரி	515
தூர்வாருதல்	515
தூரப் பார்வை	517
தூலியம்	521
தெவிட்டல்	521
தெவிட்டல் எதிர்வினைப்பி	522
தெவிட்டல் மின்னோட்டம்	522
தெவினின் தேற்றம்	523
தெள்ளுப்பூச்சி	524
தெறிசுடர்ப் பற்று வைப்பு	526
தென்கடல்	527
தென் சிலுவை	527
தென்னிந்தியத் தாவரக் குடும்பம்	528
தென்னிந்தியப் பறவைகள்	529
தென்னிந்திய மாடுகள்	535
தென்னிந்தியாவில் வளரும் அயல்நாட்டு மரங்கள்	539
தென்னை	540
தேக்கக் குழல்	546
தேக்கத் தொட்டி	546
தேக்க மின்கல அடுக்கு	548
தேக்க மின்சுற்று	552
தேக்கு	553
தேங்காய்ப்பூண்டு	555
தேங்கும் நீர்ச் சூழலமைப்பு	556

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தேசிய பால் வள வாரியம்	558
தேசிய விதை உற்பத்திக் கூட்டமைப்பு	559
தேமல் நோய்	561
தேய்மானம்	562
தேயிலை	563
தேர்வு விதிகள்	568
தேரலைட்	571
தேரை	572
தேவதாரு	574
தேவாங்கு	575
தேள்	576
தேள் கொடுக்கி	578
தேள்மீன்	581
தேற்றாமரம்	581
தேன்	581
தேன்கூடு நுரையீரல்	583
தேன்சிட்டு	584
தேனீ	586
தைசனாப்டிரா	593
தைமஸ்	595
தையல் எந்திரம்	595
தையற்சிட்டு	598
தைராக்சின்	599
தைராய்டு அழற்சி	600
தைராய்டு எதிர்ப்பி	602
தைராய்டு சுரப்பி	603
தைராய்டு சுரப்பிக்கோளாறுகள் (கால்நடைகள்)	604
தைராய்டு சுரப்பி மிகைநிலை	604
தைராய்டு ஹார்மோன்	605
தைலம் (சித்த மருத்துவம்)	606
தொகுத்த சுற்றுகள்	606
தொகுதி-கட்டுப்பாடு	618
தொகுதி, கடிகாரக் கட்டுப்பாடு	623

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தொகுதித் திசைவேகம்	626
தொகுப்பிகள்	627
தொகுப்பு	628
தொகுப்புச் சமன்பாடுகள்	632
தொகுமுறை வகுத்தல்	635
தொகை	635
தொகை உருமாற்றம்	636
தொகைக்குறி வகையிடல்	637
தொகைச் சூழலியல்	637
தொகை நுண்கணிதம்	640
தொகை மரபியல்	642
தொகையிடல்	643
தொங்கு தொடர் வண்டி	647
தொட்டாற் சுருங்கி	648
தொட்டிப் பயிர்	653
தொடக்கம் (ஆதி)	654
தொடர்	654
தொடர் கணிப்பு முறை	655
தொடர்ச்சி அலை ராடார்	657
தொடர்ச்சியான சார்பு	658
தொடர்ச்சியின் சமன்பாடு	660
தொடர் பயிர்	661
தொடர்பு மாற்ற அமைப்புகள்	661
தொடர்புமாற்ற இணைப்புச் சுற்றுகள்	667
தொடர்மாற்றக் கோட்பாடு	673
தொடர் வகைக்கெழுக்கள்	675
தொடர் வண்டிப் பொறிகள்	676
தொடர் வினைகள்	678
தொடரறு படிவு அமைப்பு, தொடரிலாப் படிவு அமைப்பு	680
தொடர் படிவமைப்பு	681
தொடுகை உருமாற்றப் பாறை	683
தொடுகைச் செறி கலன்	684
தொடுகைச் செறிப்பி	685

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தொடுகைத் திருத்தி	686
தொடுகை பின்னழுத்த வேறுபாடு	686
தொடுகோட்டு வரை	686
தொடுகோடு	687
தொடு தோலழற்சி	688
தொடுவானம்	688
தொடை	690
தொடைசசந்து வீக்கம்	691
தொண்டை	691
தொண்டை அடைப்பான்	693
தொண்டை-குரல்வளைக் கழலைகள்	694
தொண்டைக் குழி	694
தொண்டைப் பை	695
தொண்டை முளை	696
தொண்டை முளை அடினாய்டு நோய்கள்	697
தொப்பூழ்க் குடல் பிதுக்கம்	697
தொய்வு திறன்	698
தொய்வு புள்ளி	699
தொல் உட்கரு உள்ளவை	700
தொல் காந்தவியல்	701
தொல் தாவரவியல்	703
தொல் நிலவியல்	705
தொல் புவியியல்	706
தொல் மெல்லுடலிகள்	707
தொல்லுயிர்ப் பதிவு	709
தொல்லுயிரியல்	710
தொல்லுயிருழி	711
தொல் வளைதசைப் புழுக்கள்	715
தொல் வானிலையியல்	717
தொலை அச்சமைப்பி	717
தொலை அச்சு	718
தொலை அளவியல்	719
தொலை ஒளிப்படவியல்	721

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தொலை ஒளிவில்லை	722
தொலைக்காட்சி	723
தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி	727
தொலைக்காட்சி அலையேற்றி	730
தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக்கருவி	737
தொலைக்காட்சி ஒளிப்படக் கருவிக்குழாய்	740
தொலைக்காட்சிக் கலையரங்கு	745
தொலைக்காட்சிச்செந்தரங்கள்	748
தொலைக்காட்சிப் பரப்பல்	750
தொலைக்காட்சி வரிக்கண்ணோட்டம்	751
தொலைக்காட்சி வலையமைப்பு	753
தொலைத் தட்டச்சுக் கருவி	754
தொலை நோக்கி	756
தொலைபேசி	760
தொலைபேசிக் கட்டுமான அமைப்புகள்	763
தொலை பேசிக் குறிப்பனுப்பல், சிறப்புச்சந்தாதாரர்	765
தொலை பேசி சேவை	766
தொலைபேசத் தனியார் கிளை இணைப்பகம்	773
தொலைபேசியியல்	774
தொலைபேசி வரியியல்	774
தொலைவளவி	776
தொலைவு காணி (ஒளியியல்)	777
தொழில் நுட்பத் திட்டம்	780
தொழில்நுட்ப நிகழ்ச்சிகளின் நிகழ்மேனி	781
தொழில்நுட்ப நிகழ்ச்சிகளின் வேதிச்சமநிலை	783
தொழில்நுட்பவியல்	786
தொழிலகக் கரிமத் தொகுப்புச் செயல்முறைகள்	788
தொழிலகக் கரிமத் தொகுப்பு மூலப்பொருள்கள்	789
தொழிலகக் கழிவுத் தூய்மிப்பு முறைகள்	790
தொழிலகச் சரக்கு ஊர்திகள்	797
தொழிலகத் தேக்க வளிமங்களில் மாசகற்றம்	802
தொழிலக நுண்ணுயிரியல்	808
தொழிலக பொறியியல்	810

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தொழிலக வானிலையியல்	812
தொழிலக விலைக் கட்டுப்பாடு	813
தொழுநோய்	815
தொழுவன் பூச்சி	816
தொற்றல் மையம்	817
தொற்றுந் தாவரம்	818
தொற்று நோய் (கால்நடை)	820
தொற்று நோய் (தாவரம்)	823
தொற்றுநோய்ப் பரவல்	827
தொற்றுநோய் (பொது)	828
தோட்டக்கள்ளன்	828
தோட்டம்	829
தோராயக் கணக்கிடுதல்	838
தோராயம்	839
தோரியம்	839
தோரியனைட்	842
தோரைட்	843
தோல்	844
தோல் உரித்தல்	848
தோல் உலர்த்தல்	852
தோல் ஒப்பனை	853
தோல் கட்டி	854
தோல் காகிதம்	855
தோல் காசநோய்	857
தோல் குருவி	858
தோல் தசையழற்சி	859
தோல் தடிமம்	860
தோல் தொழில்நுட்பம்	860
தோல் நனைப்பு	863
தோல் நிறமாற்றம்	864
தோல் பதப்படுத்துதல்	864
தோல் பதனிடல்	871
தோல் பதிலீடுகள்	872

கட்டுரைத் தலைப்புகள்	பக்க எண்
தோல் பாதுகாப்பு	876
தோல் புற்று	877
தோல் மரபியல்	878
தோல்முள்படலப் பெருக்கம்	878
தோல் புரூக்கரடு	879
தோல் வரலாறு	879
தோலிறக்கைப் பூச்சிகள்	885
தோலின் இயற்கைத் தன்மைகள்	886
தோலுக்குச் சாயமிடல்	887
தோலும் கண்ணும்	888
தோலுரித்தல்	889
தோள்	891
தோள் மூட்டு	892
தோற்ற அமைப்பு	893
தோற்ற இடமாற்றம்	894
தோற்றத் துகள்கள்	895

கலைச்சொற்கள்
(தமிழ்-ஆங்கிலம்)

அகலகோண வில்லை	-	wide angle lens
அகலாங்கு	-	lattitude
அகழ்வாரி எந்திரம்	-	shovel
அச்சுச் சுழற்சி	-	precession
அச்சுச் செயல்வாட்டக் கொள்கை	-	gradient theory
அசையும் வரைபடம்	-	animated cartoon
அட்டைத்தாள்	-	cardboard
அடித்தல்	-	beeting
அடித்தளச் செல் புற்று	-	basal cell carcinoma
அடித்து உருவேற்றல்	-	forging
அடிப்பகுதி	-	shank
அடிப்பகுதித் துருவல்	-	end mill
அடிப்படை அலை வரிசை அகலம்	-	base bandwidth
அடிப்படை அலைவரிசை குறியீடகற்றி	-	base band
அடிப்படைத் துகள்	-	elementary particle
அடிவாய்	-	base
அடிவாய்க் கடக்கும் நேரம்	-	transit time
அடுக்குத் துணி	-	pile fabric
அடுக்கு மெருகேற்றம்	-	electrofying
அடைக்காலம்	-	incubation period
அடைப்பான் நோய்	-	anthrax disease
அடைவளையம்	-	washer
அண்டத்தட்டை கால விலங்குகளின் யுகம்	-	cenozioc era
அணிக்கோவை	-	lattice
அணியடுக்குச் சுற்று	-	matrix circuit
அணுஉலை	-	atomic reactor
அணுக்கருப் பொறியியல்	-	nuclear engineering
அணுவுறை பட்டை	-	valence band
அதிபரவளையம்	-	hyperbola
அதிர்வு இயக்கம்	-	vibrational motion
அதிர்வு ஊசிப்புயம்	-	vibrating needle arm
அதிர்வு நோக்கி		vibroscope

அதிர்வெண்	-	frequency
அதிர்வெண் பின்னல் அவிழ்ப்பு	-	frequency discriminator
அம்மை குத்தல்	-	vaccination
அம்மோனியா ஏற்றம்	-	ammoniating
அமிலத்துவம்	-	acidosis
அமுக்கித் துளைத்தல்	-	punching
அமைதி ஊக்கி	-	sedative
அமைதியற்ற நிலை	-	restlessness
அயக்காந்தப் பொருள்	-	ferromagnetic material
அயனி	-	ion
அயனிக்கலம்	-	ion chamber
அயனிக்கொள்கை	-	ionic theory
அயனிக்கோளம்	-	ionosphere
அரவையிடல்	-	grinding
அரக்கு	-	shellac
அரிதிற் கடத்தி	-	bad conductor
அரிப்புத்தடமறி துகள்காணி	-	track etching detector
அரிமானப் பொருள் தேய்மானம்	-	corrosion wear
அரைவைத் தாடை	-	mandible
அலகீட்டுச் செந்தரம	-	scanning standard
அலகு கொள்ளளவு	-	unit cell
அலகு திசையன்	-	unit vector
அலறல் கடிகாரம்	-	alarm clock
அலைத்திசையன்	-	wave vector
அலைப் பண்பேற்ற உத்தி	-	modulation technique
அலைப் பொட்டணம்	-	wave pocket
அலை வடிவக் கட்டுப்படுத்தி	-	wave form monitor
அலை வழிகாட்டி	-	wave guide
அலை விரவல்	-	dispersion
அலைவீச்சு	-	amplitude
அலைவுறு கால்வனோ அளவு முறை	-	ballistic galvanometer
அலைவென்	-	frequency
அழற்சி எதிர்	-	anti-inflammatory
அழுத்த வேலை	-	pressure work
அழுத்த மெருகேற்றம்	-	calendering
அழுந்து பொருத்து இணைப்பி	-	press fit connection

அழுந்துருள்	-	piston
அளவீடு செய்தல்	-	calibration
அறுக்கும் வலிமை	-	breaking load
அனல் வளிமம்	-	flue gas
அனைத்துத் திசை அலைவீசி	-	radiophare
ஆக்கச் சிதை மாற்றம்	-	metabolism
ஆக்குபடைத்திசு	-	cambium
ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டை	-	oxidation pond
ஆசுப்பலகை	-	template
ஆடிப்பிம்பம்	-	mirror image
ஆண்தேனீ	-	drone
ஆணி அடித்தல்	-	tacking
ஆதி	-	origin
ஆம்பியர் தேற்றம்	-	Ampere's theorem
ஆய்வாளர் சார்பு ஆய்வு	-	subjective test
ஆயத்த ஒலி	-	dial tone
ஆயம்	-	co-ordinate
ஆரத் துளை எந்திரம்	-	radial drilling machine
ஆல்கஹாலிய ஈரல் நோய்	-	alcoholic liver disease
ஆவணப்படம்	-	documentary film
ஆவியாகும் பொருள்	-	volatile
ஆழ்சரிவு	-	avalanche
ஆற்றல் மாற்றி	-	transducer
இசைத்தட்டுப் பெட்டி	-	gramophone
இசைத் தொடர்	-	harmonic progression
இடமாற்றம்	-	transition
இடுக்கி	-	forceps
இடுப்புத் துடுப்பு	-	pelvic fin
இடைக்கால விலங்குகளின் யுகம்	-	mesozioc era
இடைத்தசை	-	intermedius
இடைத்திசு	-	mesophyll
இடை குறுக்கு	-	kink
இடைப்பட்ட உலோகச் சேர்மங்கள்	-	intermetallic compounds
இடைமதிப்புத் தேற்றம்	-	intermediate value theorem
இடை வரம்பு	-	ridge
இடையீடு	-	interaction

இடைவெளி	-	slot
இணங்கல் செயல்பாட்டின் கண் களைப்பு	-	accommadative asthenopia
இணங்காப்புள்ளி	-	point of infles
இணை உறுப்புகள்	-	appendages
இணைகரப் பெருக்கி	-	pantograph
இணைகரவிதி	-	parallelogram law
இணைத்த பஞ்சுறை வகை	-	quiled fabrics
இணைப்பக இணைப்பு	-	trunk link
இணைப்புகள்	-	fastenings
இணைப்புப் பரிமாற்ற வட்டாரம்	-	exchange area
இணைப்பு மாற்றி	-	switch
இணைமணி	-	centromer
இணைமின் தேக்குந்திறன்	-	shunt capacitance
இணைவி	-	gamete
இதயச் சுருக்கத்தடை	-	heart block
இதயச் சுருங்கல் அழுத்தம்	-	systolic blood pressure
இதயத் தசை அழற்சி	-	myocarditis
இதயத்துடிப்பாக்கி	-	pace maker
இந்தியாவின் திட்ட நேரம்	-	Indian Standard Time
இயக்க-நிறுத்த இணைப்பு மாற்றி	-	on-off switch
இயக்கவியல்	-	dynamics, mechanics
இயல்பாற்றல்	-	entropy
இயற்கணிதக்கூடுதல்	-	algebric sum
இயற்கை உருவ இயல்	-	morphology
இயற்கைத் தேர்வு	-	natural selection
இரட்டைப்படை ஒப்புமை	-	even parity
இரட்டைப்படைச் சார்பு	-	even function
இரட்டை இறகு வடிவம்	-	bipinnately compound
இரட்டைச் சங்கிலித் தையல்	-	double chain stitch
இரட்டைச் சமதளம்	-	twining plane
இரட்டைச் சுற்று அமைப்பு	-	duplex circuit
இரட்டை முனை	-	dipole
இருமுனையி	-	dipolar
இராணித் தடைத்தகடு	-	queen excluded sheet
இருகூறு நூற்பு	-	bicomponent spinning
இருநிலைச் சுற்று	-	flip - flop

இருபடை	twill
இருபுற உலர் வெடி கனி	legume
இருபுறம் அச்சிடல்	duplex printing
இரும எண் வடிவு	binary form
இருமடியின் வர்க்க மூலம்	root mean square
இரும துடிப்பு விண்மீன்	binary pulsar
இருமுனை இடமாற்றம்	dipole transition
இலக்க ஊர்தி அமைப்பு	digital carrier system
இலைக்கருகல் நோய்	late blight disease
இலைச் சுருள்	leaf curl
இலையடி முண்டு	pulvinus
இழுவைத்திறன்	tensile stress
இழை	ligament
இழைச்சினுக்கு எண்	thread count
இழைப்பின்னல் வகை	braid
இழை அமைப்பு	drawing frame
இழை வரைவி	fibrograph
இழை வலிவூட்டப்பட்ட நெகிழி	fibre reinforced plastic
இளகு நிலைப் புள்ளி	yield point
இறகு	quill
இறுக்க மின்னோடி	compressor motor
இறுதிக்கண்டம்	telson
இனச்செல் உறுப்புகள்	gonads
ஈர்ப்பு இறக்கி	surface - active agent
ஈர நாட்டத் திருப்பம்	hydrotropism
ஈர நூற்பு முறை	wet spinning
ஈரப்பதம்	humidity
ஈரல் கடினமாதல்	cirrhosis
ஈரல் சிறுநீரக நோயியம்	hepato renal syndrome
ஈரல் நச்சு	hepatotoxin
ஈரல் நச்சுமை	hepato toxicity
ஈரிய	binary
உச்சி வட்டம்	meridian
உட்புகுதல்	imigration
உட்புறக் குடல் நெறிப்பு	internal strangulation

உடலகப் பகுதி	-	body portion
உடனடி ஒவ்வாமை விளைவு	-	anaphylaction reaction
உடனொளிர்வு	-	fluoresence
உணர் உறுப்பு	-	sense organ
உணர் கொம்பு, உணர்நீட்சி	-	antennae
உணர்வு நுட்பம்	-	sensitivity
உணர்வுறு துகள் காணி	-	position sensitive detector
உணவுக் குழாய்க் கீழ்நரம்புச் செல்திரன்	-	sub oesophageal ganglia
உதர உறை	-	peritoneum
உதரவிதான அழற்சி	-	periotonitis
உந்தவெளி	-	momentum space
உந்தி	-	impeller
உப்ப வைத்தல்	-	bulking
உப்பிட்டுப் பதப்படுத்துதல்	-	salt curing
உமிழ்வான்	-	emitter
உயர்த்தி	-	elevator
உயர்த்தி உரித்தல்	-	hoist flaying
உயர்ந்தெழும் மேடை	-	elevating platform
உயர் பேச்சலைவெண்	-	high audio frequency
உயரியதிறன்	-	biotic potential
உயவிடுதல்	-	lubrication
உயிர் அலை இயக்கம்	-	biological oscillation
உயிரி நுட்பவியல்	-	bio-technology
உயிரியல் கூட்டு	-	biomass
உருட்சிப் பிறழ்ச்சி	-	ostigmatism
உருட்டுதல்	-	rolling
உருமாற்றம்	-	metamorphosis
உருமையக் கனசதுர	-	body centred cubic
உருவப் பதிப்பு	-	embossing
உருவவியல்	-	morphology
உருளை	-	drum
உருளை நூற்கண்டு	-	cheese
உருளை வழி அச்சிடல்	-	roller printing
உரைதிறன்	-	criteria
உலக நாள் வரை	-	International Date Time
உலர் பாசி	-	dry moss

உலர் பொடி	-	dry powder
உலோகப் பிடிப்பு	-	traveller
உள் தசை	-	medialis
உள்மரையிடல்	-	tapping
உள்வரி திருகு	-	lag screw
உள்ளக	-	intrinsic
உள்ளகம்	-	core
உள்ளார்ந்த ஒப்புமை	-	intrinsic parity
உள்ளீட்டுக் கணு	-	input node
உள்ளுறை வெப்பம்	-	enthalpy
உற்பத்தி அடக்க விலை	-	production cost
உற்பத்தித் தீவனம்	-	production ration
உற்பத்திப் பொறியியல்	-	production engineering
உறுப்பு ஆக்கி, உறுப்பு அமைவி	-	organiser
உறை	-	sheath
உறைதல் தடுப்பி	-	antifreeze agent
ஊசி குத்தும் முறை	-	needle punching
எஃகு வெட்டுத் தூண்	-	steel column
எடையறி செயல்முறை	-	gravimetric method
எடையேற்றம்	-	weighting
எண் சுழற்றுங்கருவி	-	dial
எண்ணியல் இயக்கி	-	digital processor
எண்ணியல் கணிப்பொறியியல்	-	digital computer
எண்ணும்சுற்று	-	counting circuit
எண் வடிவம்	-	digital
எதிர் ஊனீர்	-	antiserum
எதிர் ஒத்தியங்கு	-	anti coincidence
எதிர்ச்செனி	-	antigen
எதிர்ப்பொருள்	-	antibody
எதிர்மறைச் சார்பு தேற்றம்	-	inverse function theory
எதிர்முனைக் கதிர்க் குழல் அலைகாட்டி	-	cathode ray oscilloscope
எதிரயனி	-	anion
எந்திரவியல் திறன்	-	mechanical efficiency
எல்லைக்கோடு	-	horizon boundary theorem
எல்லைத் தேற்றம்	-	boundrary thorem
எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி	-	electron microscope

எலெக்ட்ரான் முடுக்கி	electron accelerator
எழுசுருள் முறை	helicel
எழுத்துப் பலகை அமைவுப்படம்	keyboard layout
எளிய அமைப்புடைய விலங்குகளின் யுகம்	proterozoic era
ஏதுவியல்	etiology
ஏவுகணை	missile
ஏற்பி அணு	acceptor atom
ஒட்டி உலர்த்தல்	pasting
ஒட்டு அறுவை	plastic surgery
ஒட்டுக் கட்டுதல்	grafting
ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானம்	adhesive wear
ஒட்டுமுள் விதை	burr
ஒடுக்கமைப்பு	damping
ஒத்த இருமயங்கள்	homozyogous diploids
ஒத்ததிர்வு	resonance
ஒத்தியங்கு	coincidence
ஒதுக்கம்	declination
ஒதுக்கீட்டுச் செந்தரம்	allocation standard
ஒப்புமைக் கணிப்பொறி	analog computer
தளத்தமைந்த	coplanar
ஒரே நிலை	single phase
ஒரேமுறை இனக்கலப்பு	single cross
ஒலிச் செந்தரம்	sound standard
ஒலியமைப்புப் பொறியாளர்	sound engineer
ஒலியியல்	acoustics
ஒலிவாங்கி	mike
ஒளி உணர் கருவி	photo sensing device
ஒளி உணர் திறன்	photosensitive
ஒளி உணர் பசைப்படலம்	photographic emulsion
ஒளி உணரி	light sensor
ஒளிக்கலபபுக் கருவி	photo composition
ஒளிச்செறிவுக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்று	dimmer control circuit
ஒளி செதுக்கல்	photo etching
ஒளித்துகள்	photon
ஒளி நாட்டத் திருப்பம்	phototropism
ஒளி நாடாப் பதிவுக் கருவி	video tape recorder

ஒளி நுண்வரைபடம்	-	photomicrograph
ஒளிப்படப் படலம்	-	photographic film
ஒளிப்புகவிடா இயல்பு	-	opacity
ஒளி பன்மடங்காக்கி	-	photo multiplier
ஒளிமின்கல நாடாப் படிப்பி	-	photocell tape recorder
ஒளி மின்கலம்	-	photo electric cell
ஒளியச்சு வரை செயல்முறை	-	photolithograph
ஒளிர் செதுக்கல்	-	photo engraving
ஒளிரும் பொருள்	-	fluorescent
ஒளிவழி அச்சிடல்	-	photoprinting
ஒளி விலகல் எண்	-	refractive index
ஒளிவேதி வினை	-	photochemical reaction
ஒற்றி உலர்த்திப் பதனிடல்	-	pad-dry-cure
ஒற்றைப்படை ஒப்புமை	-	odd parity
ஒற்றைப்படைச் சார்பு	-	odd function
ஓங்கு தன்மை	-	co-dominance
ஓட்டுத் தோல்	-	crust leather
ஓம்புயிரி	-	host
ஓர் அலகு அணி	-	unit matrix
ஓரமடக்கி	-	aileron
ஓரலகு தொய்வு திறன்	-	unit resilience
ஓரினமாக்கல்	-	homogenising
ஓருறுப்பி வடிவம்	-	monomer
கட்டம்	-	phase
கட்டமைத்தல்	-	fabrication
கட்டற்ற நிலை	-	degrees of freedom
கட்டிலா ஆற்றல்	-	free energy
கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு	-	control system
கட்டுப்பாட்டுக் கம்பிவலை	-	control grid
கட்டுப்பாட்டுக் கருவியமைப்பு	-	servomechanism
கட்டைத்திசு	-	xylem
கடத்தாப்பொருள்	-	insulator
கடத்துங்குழாய்	-	conduit
கடத்தும் பட்டை	-	conduction band
கடல் நாவாய்ப் பொறியியல்	-	navigation engineering
கடலாய்வுத் துணைக்கோள்	-	oceanic satellite

கடற்சாமந்தி	-	sea anemone
கடினத்தோல்	-	hide
கடையும் எந்திரம்	-	lathe
கண்களைக் காக்கும் சவ்வு மூடி	-	nictitating membrance
கண்காணிப்பு	-	surveillance
கண்டுபிடிக்கும் சுற்றுகள்	-	finding circuits
கண்ணாடி மாற்ற வெப்பநிலை	-	glass transistion temperature
கண்ணுள் நோக்கும் கருவி	-	opthalmoscope
கணிதக் கோவை	-	mathematical expression
கணிப்பி	-	detector
கணிப்புக் கருவி	-	timing device
கதிர்வீச்சுத்திறன்	-	radiated power
கதிர்வீச்சு மண்டலம்	-	radiation belt
கதிரவமைய	-	helio centric
கந்தைத் தூள் ஒட்டல்	-	flocking
கப்பற்புழு	-	ship worm
கம்பளிக் கொழுப்பு	-	wool fat
கம்பி இணைப்பு	-	line link
கம்பித் தொலை அளவியல்	-	line telemetry
கருமுட்டை	-	zygote
கருவிழி	-	cornea
கருவுறாக் கனியாதல்	-	parthenocarphy
கரைசால்	-	sol
கல்லச்சு வரைமுறை	-	lithography
கல்தூண்		masonry pillar
கல்நார்	-	asbestos
கல்மீன்	-	stone fish
கல்லடித்தல்	-	buffing
கலப்பிடுதல்	-	doping
கலப்பின வடிவம்	-	hybrid
கலப்பு உலோகம்	-	alloy
கலையரங்கத் தெரிவிப்பு அமைப்பு	-	studio announcing system
கலையரங்கு	-	studio
கழுவிக் கரைத்தல்	-	leaching
களைக்கொட்டு	-	back hoe
கற்சணல்	-	hemp

கன்னி இனப்பெருக்கம்	-	parthenogenesis
கன அளவு	-	volume
கன மாறி மின்னழுத்தம்	-	volume transient voltage
கனற்சி	-	combustion
கனிச் சர்க்கரை	-	fructuse
காட்சித் தொலைபேசி	-	video telephone
காட்சித் தொலைபேசியகம்	-	television studio
காட்சிப் படச் சைகை	-	video signal
காட்சிப் பதிவு	-	reading
காட்சியுணர்வு	-	perspective
காட்டுக்கீரி	-	mink
காடி	-	vinegar
காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்	-	paramagnetic material
காந்த உட்புகுதிறன்	-	magnetic permeability
காந்த ஏற்புத் திறன்	-	magnetic susceptibility
காந்த ஒருமுனை	-	magnetic monopole
காந்தத் தயக்கம்	-	hysteresis
காந்தத் திருப்புத்திறன்	-	magnetic moment
காந்தத் தொகுதி	-	magnetic domain
காந்தநிலைத் தீப்பற்றுங்கருவி	-	magneto ignition
காந்தப் பாயச் செறிவு	-	magnetic flux density
காந்தப்பெட்டி	-	compass box
காந்தமாக்கச் செறிவு	-	intensity of magnetisation
காந்த விலக்கு பொருள்கள்	-	dia magnetic materials
காந்த விலகு கோணம்	-	magnetic declination
காப்புரிமை	-	patent
காம்பிலை	-	phyllode
கார்பன் உளி எஃகு	-	carbon tool steel
காரம்	-	alkaline
கார வினையாக்கம் செய்தல்	-	mercerisation
காரைப் பிணைப்பு	-	cementation
கால்சிய ஏற்றம்	-	calcification
கால்வழிச் செந்தரம்	-	channel standard
காலமாறித்துகள் காணி	-	timing detector
காலுன்றா நிலை	-	buzz
காளான்	-	mushroom

காற்றியக்கம்	-	pneumatic
காற்றுத் தாரை வழி நூற்பு	-	air jet spinning
காற்றுப் புகவிடு திறன்	-	air permeability
கிளர்தல் தன்மை	-	excitability
கிளர்வு	-	excitation
கிளர்வூட்டப்பட்ட கசடு முறை	-	activated sludge process
கீழ்த் தாடை எலும்பு நோய்	-	lumpy jaw
கீழ்த்திசைத் துப்பட்டி	-	oriental rug
கீழ்த் துடுப்பு	-	ventral fin
குஞ்சத்துணி	-	fur
குஞ்ச வகை	-	flocked fabric
குஞ்ச அறை	-	brood chamber
குடல் குருதி நாள அடைப்பு	-	mesentric vessel occlusion
குடல் சவ்வு	-	mesentery
குடல் திருகல்	-	volvulus
குடல்வால்	-	caecum
குடல் அழற்சி	-	appendicitis
குடற் கழுவல்	-	enema
குடைந்தெடுக்கும் சுரங்கம்	-	underground mining
குமிழ்	-	bulb
குமிழ்க் கலம்	-	bubble chamber
குரல் வளை	-	larynx
குரல் வளை அடைப்பு	-	laryngeal obstruction
குரல் வளை மூடி	-	epiglottis
குருட்டுத் தள்ளாட்ட நோய்	-	blind staggers
குருணை	-	grain
குருதி ஒட்டுண்ணி	-	protozoa
குருதிக் குழாய் அனிச்சைகள்	-	vascular reflexes
குருதிக் குழுப் பிரிவு	-	blood grouping
குருதித் துகள் அடைப்பு	-	embolism
குருந்தகம்	-	corundum
குலை நோய்	-	blast disease
குலைவு முகில்	-	distortion cloud
குழல் மய தடுமாற்றம்	-	vascular disorder
குழாய் வகை இசைக்கருவி	-	pipe organ
குளிகை ஆய்வு	-	pilling test

குளிர் உறக்கம்	-	hibernation
குளிர்ந்த சுடர்	-	cold flame
குறிப்பான்	-	marker
குறிப்பேற்றச் செந்தரம்	-	modulation standard
குறிமுள்	-	pointer
குறியீடு	-	indicator
குறுக்கலை	-	transverse wave
குறுக்குத் தடுப்பு	-	horizontal septa
குறுக்குத் தண்டு	-	grifle
குறுக்கு மறுக்கு பாரம்பரியம்	-	criss-cross inheritance
குறுக்குவாட்டுச் சமச்சீர்மை	-	orthotropic symmetry
குறுக்கெதிர் மாற்றம்	-	crossing over
குறை கடத்தித் துகள் காணி	-	semiconductor partide detector
குறை கத்தரித் தோல்கள்	-	shearlings
குறைப்படலம்	-	negative
கூட்டல்	-	summation
கூட்டிடை	-	arithmetic mean
கூட்டியல் சுற்று	-	combinational circuit
கூட்டுக்கண்கள்	-	compound eyes
கூட்டுத் துளை எந்திரம்	-	gang drilling machine
கூட்டுத் தொடர்	-	arithmetic progression
கூட்டு நிலைத் துணி	-	composite fabric
கூட்டுப்புழு	-	pupa
கூட்டு வாழ்க்கை	-	colonial life
கூடுதல் கோண உந்தம்	-	total angular momentum
கூம்பு	-	cone
கூம்புப் பற்சக்கரம்	-	bevel gear
கூர்நுனிக் குழாய்	-	nozzle
கூழ்மம்	-	colloid
கூழாங்கல் பாறை	-	conglomerate
கொக்கிப்பித்தான்	-	hook and eye fastening
கொக்கியால் இழுத்து உலர்த்தல்	-	toggling
கொட்டும் செல்	-	nematocyst
கொட்டும் திருக்கை	-	sting ray
கொட்டுவாய்ப்படகு	-	hopper barge
கொடுக்கு	-	sting

கொழுப்புக் கலைவையேற்றம்	-	fat liquoring
கொழுப்புப்பெருக்க ஈரல்	-	steatosis
கொள்ளளவுத்திறன்	-	volumetric efficiency
கொள்ளை ஈரல் செயல் திறனிழப்பு	-	fulminant hepatic failure
கோட்டம்	-	skewness
கோண உந்தம்	-	angular momentum
கோணக் கணிதத் தகைவு	-	tangent
கோணத் திசை வேகம்	-	angular velocity
கோணத் தொலைவு ஆயங்கள்	-	polar co-ordinates
கோணவேற்றம்	-	altitude
கோந்து	-	glue
கோவை	-	composite
கோளம்	-	sphere
கௌவுதல்	-	toggling
சக்கர இயக்கும் பொறி	-	pallet
சகபிணைப்புத் திண்மங்கள்	-	covalent solids
சங்கிலிச் சக்கரம்	-	sprocket wheel
சங்கேத நீக்கிக் கருவி	-	decoder
சதை அரியும் கருவி	-	fleshing machine
சதைக்கனி	-	drupe
சந்தித் தனியாக்கல்	-	junction isolation
சப்பைநோய்	-	black quarter
சம இரவுப் புள்ளி	-	autumnal equinox
சமச்சீரற்ற	-	chiral
சமநிலை	-	equilibrium
சமநிலைப் படம்	-	equilibrium diagram
சமமில்லாத பிளவு	-	heterolytic fission
சம பின்னழுத்தம்	-	equipotential
சமவகைப் பிளவு		homolytic fission
சமன்பட்ட சுமை	-	balanced load
சமிக்கை பதப்படுத்தி	-	signal condition
சமிக்கை பெறுதல்	-	signal acquisition
சராசரி மோதலிடை தொலைவு	-	mean free path
சரிவுக் கோணம்	-	elevation
சரிவோடை	-	chute
சல்லடை அச்சிடல்	-	screen printing

சல்லடைக் குழாய்த்திசு	-	phloem
சல்லாத் துணி	-	sleazy fabric
சலவைக்கல்	-	marble
சவ்வுப் பை	-	vesicles
சவரக் கத்தி ஓடு	-	razor shell
சறுக்கு சக்கரம்	-	skid
சாக்சனி சக்கரம்	-	saxony wheel
சாணை எந்திரம்	-	grinding wheel
சாம்பல்	-	ash
சாய்வு	-	dip
சார்பு	-	bias
சார்பு உட்புகுதிறன்	-	relative permeability
சிக்கலெண் தளம்	-	complex plane
சிக்கிமுக்கிக்கல்	-	flint
சிட்டங்கட்டல்	-	sintering
சிட்டங்கள்	-	hauks
சிட்டம்	-	skein
சிடுக்காதல் தன்மை	-	tangling
சிணுக்கு எண்	-	count
சித்திரத் தொங்கல் துப்பட்டி	-	tapset rug
சிதைவுறு விண்மீன்	-	supernova
சிவப்புத் தானியம்	-	red gram
சிற்றலை	-	ripple
சிற்றிலை நோய்	-	little leaf disease
சிற்றிலை வகை நூல்	-	staple fibre yarn
சிறுகுடல் அடைப்பு	-	intestinal obstruction
சிறுகுடல் செயலிழப்பு	-	paralytic intestine
சிறுநீர்ப் பெருக்கி	-	diuretic
சீராக்கப்பட்ட இழைவலை	-	card web
சீரான தொடர்ச்சி	-	uniform continuity
சுடர் விரைவு	-	flame speed
சுமந்து செல்லி	-	conveyor belt
சுமைதூக்கித் தூண்	-	crane
சுரங்கக் குழி	-	mining pit
சுரங்கம்	-	tunnel
சுரங்க முறை	-	mining method

சுரசுரப்பான	-	coarse
சுரண்டி இழுத்தல்	-	napping tune
சுரம்	-	tune
சுருக்கம், குறுக்கம்	-	condensation
சுருக்கம் நீக்கல்	-	setting out
சுருள்	-	toroid
சுருள் சுருளை	-	coil winding
சுருள் பகுதி	-	spiral part
சுருள்வில்	-	spring
சுவாசக் கருவி	-	respirator, breathing apparatus
சுவாசப்பாதை	-	respiratory tract
சுழல் அளவி	-	gyroscope
சுழல் தண்டு	-	spindle
சுழல் நூற்பு	-	rotor spinning
சுழல் படப்பிடிப்பு	-	panning
சுழல் பற்சக்கரம்	-	helical gear
சுழல் பிடி	-	rotor arm
சுழல் புலத்திறன் கூறு அளவி	-	rotating field power factor meter
சுழல் விசிறி	-	propeller
சுழற்சி		cycle
சுழிப்பு நூற்பு	-	votex spinning
சுழி மின்னோட்டம்	-	eddy current
சுற்றியக்கி	-	crank
சுற்றுவரை	-	circumference
சுற்றுவாயில் நசிவு	-	periportal necrosis
சூடாக்கி	-	heater
சூரியக் காற்று	-	solar wind
சூழ்நிலை	-	environment
சூழலியல்	-	ecology
சூழலியல் வயது	-	ecological age
செங்குத்து அணி வரிசை	-	vertical column
செடியரிக்கும் பூச்சி	-	thrip
செதிள்	-	scale
செதுக்குதல்	-	etching
செம்புள்ளி நோய்	-	brown spot disease
செய்தித் தொடர்புத் துணைக்கோள்	-	communication satellite

செயல் திட்டமிடல்	-	policy planning
செயல் நிலைச் சுற்று	-	functional circuit
செயல்படு விசை	-	working force
செயலிணைப்புப் படம்	-	network diagram
செயலியல்	-	physiology
செயலுறாக் காலம்	-	dead period
செயலுறு நிறை	-	effective mass
செயற்பாடு கலப்பு	-	effective coupling
செல் கட்டுப்பாடு	-	cellular control
செல் வேதியியல்	-	histochemistry
செலுத்தி	-	propeller
செவுள்	-	gill
செவுள் பிளவு	-	gill bladder
செறிவு	-	concentration
செறிவுபடுத்தும் குழாய்	-	intensifier tube
செறிவு விதி	-	intensity rule
சேகரிப்பான்	-	collector
சேமிப்புக் கலம்	-	storage cell
சேர்க்கை உணவுப்பொருள்	-	supplementary feed
சேர்ப்பு விதி	-	associative lane
சைகை கிளறல்	-	scrambling
சைன் வளைவு வடிவ	-	sinusoidal
சொட்டும் வடிகட்டி	-	trickling filler
சோதனை அளவு மருந்து	-	test dose
தக்கையுரு	-	embolic
தகட்டு மின்னழுத்தம்	-	plate voltage
தகவமைவுக் கதிர்வீச்சு	-	adaptive radiation
தகவல்தளம்	-	database
தகைவழுத்தம்	-	stress
தசைச்சுரிப்பு	-	spasm
தசைவாத நோய்	-	botulism
தட்டுசார் சுமை	-	plate load
தட்டை	-	kurtosis
தடங்காணி	-	track detector
தடுக்கிதழ்	-	valve
தடுப்பு உருளை	-	doffer

தடுப்பு	-	baffle
தடை செய்யப்பட்ட இட மாற்றம்	-	forbidden transition
தடைத்திறன்	-	resistivity
தடை நூற்பு	-	break spinning
தடை வெப்பத்திறன்	-	brake thermal efficiency
தண்டு	-	shaft
தமனி உள்ளுறைப் படிம நோய்	-	atherosclerosis
தயக்க வலிவு	-	hysteresis
தரக்குறிப்பு	-	specification
தருக்கச் சுற்று	-	logic circuit
தருக்க வாயில்	-	logic gate
தரையடிக்கிழங்கு	-	rhizome
தரையாணி	-	rivet
தரையில் அமர்த்தி உரித்தல்	-	floor flaying
தலைகீழ்ச் சார்பு	-	reverse bias
தலைமிசைக் கம்பி	-	overhead line
தலையாய புள்ளி	-	cardinal point
தவிப்பு எதிர்க்காரணி	-	anti anxiety agent
தவிர்ப்பு சுற்று	-	lock out circuit
தள்ளி	-	cam
தள்ளும் எந்திரம்	-	bulldozer
தளம்	-	plane
தளமட்டக்கோண அளவி	-	theodolite
தளவிளைவு	-	polarisation
தறுவாய்த் திசைவேகம்	-	phase velocity
தன் உடல் விஞ்சுகை	-	autosomal dominant
தன் உடலிய எஞ்சுகை	-	autosomal recessive
தன் தடுப்பாற்றல் தைராய்டு சுழற்சி	-	auto immue thyroiditis
தன்புரியிடும் திருகு	-	self-tapping screw
தன் முறிவுச் சிதைவு	-	autolytic decomposition
தன் வெப்ப எண்	-	specific heat
தன்னகக் கனற்சி	-	spontaneous combustion
தனி உட்புகுதிறன்	-	absolute permeability
தனிக்கனி	-	single fruit
தனித்தியங்கு உறுப்பு	-	free radical
தாங்கல் கரைசல்	-	buffer

தாங்கி	-	bearing
தாங்கித் தோல்	-	leather backing
தாங்கு உயர்த்தி	-	supporting jack
தாங்கு கட்டை	-	support bracket
தாங்குதடி	-	gambrel
தாடைப்பூட்டு	-	lock jaw
தாரைத்தெளிப்பு வழி அச்சிடல்	-	jet spray printing
தாழ்ந்த வரிசை	-	delay line
தாழ்ப்பாள் ஊசி	-	latch needle
தாள் நூல்	-	fasciated yarn
தாளம்மை	-	mumps
தானியங்கு தெளிப்பான்	-	auto spray
திசு ஒட்டு மருத்துவம்	-	transplantation of tissue
திசுத்தோற்றம்	-	histogenesis
திசு வளர்ப்பு	-	tissue culture
திசுவியல்	-	histology
திசைகாட்டி	-	compass
திசைநிலைப் பிணைப்பி	-	directional coupler
திசையன்	-	vector
திசையன் கழித்தல்	-	vector subtraction
திசையன் கன அளவுத்தொகை	-	vector volume integral
திசையன் கூட்டல்	-	vector addition
திசையன் சார்பு	-	vector function
திசையன் பகுப்பாய்வு	-	vector analysis
திசையன் வளைவரை தொகை	-	vector line integral
திசையிலி	-	scalar
திசையொவ்வாமை	-	anisotropy
திசைவேகம்	-	velocity
திட்ட நேரம்	-	standard time
திட்டம்	-	program
திட்ட வரைபடம்	-	schematic drawing
திடீர் மாற்றம்	-	mutation
திடீர் வாலை வடித்தல் முறை	-	flash distillation
திண் கனிமம்	-	heavy mineral
திண்மக்கூழ் நீர்மக்கசிவுறல்	-	synerisis
திண்ம நிலை இயற்பியல்	-	solid state physics

திணித்தல்	-	stuffing
திணிப்பெட்டி	-	stuffing box
திமிங்கிலம்	-	whale
திமிங்கில மீன்	-	whale fish
திரள்கனி	-	aggregate fruit
திரள்தல்	-	coagulation
திரள்நிலை	-	floculation
திராட்சை மது	-	wine
திரிதடையம்	-	transistor
திரிப்பில்லா நூற்பு	-	twistless spinning
திரிபளவி	-	strain guage
திரிபு	-	strain
திரிபு ஆற்றல்	-	strain energy
திரிமுனை இயக்கமைப்பு	-	cam mechanism
திருக்கம்	-	torque
திருகல் கோணம்	-	helix angle
திருகு உயர்த்தி	-	screw jack
திருகு குறடு	-	wrench
திருகு கொக்கி	-	turn buckle
திருகுசுழல் கோணம்	-	helic angle
திருகு சுழற்காடி	-	helical groove
திருத்தி	-	rectifier
திருப்பி	-	deflector
திருப்பிக் கொடுக்கும் பிடி	-	indexing head
திருப்பு இரட்டை விளைவு	-	couple effect
திசை மின்னோட்டம்	-	reverse current
திருப்புத் திறன்	-	mc ment
திசை அச்சு முறை	-	screen printing
திவலையாக்கல்	-	prilling
திறந்த கண்ணி	-	open loop
திறந்தவெளிச் சுரங்கம்	-	open cast mining
திறன்	-	power
திறன் கூறு	-	power factor
திறன் பெருக்கம்	-	power gain
திறன்மிகு ரம்பம்	-	power saw
தீக்கணைத் துப்பாக்கி	-	fire pistol

தீக்காணி	-	fire detector
தீச்சுடர்	-	flame
தீப்பற்று இணைப்பு மாற்றி	-	ignition switch
தீமைபயக்கும் கட்டி	-	malignant
தீயணைப்பு உதவிப் படகு	-	fire boat
தீவனச் சேர்மம்	-	feed additive
தீவிர இரைப்பை அழற்சி	-	acute gastritis
துகள் காணி	-	particle detector
துகள் தடப்பொறிப்பு	-	particle track etching
துடிப்பலைத் துகள்காணி	-	pulse detector
துடிப்பலை வீச்சுப் பண்பேற்றம்	-	pulse amplitude modulation
துடிப்பான நேரம்	-	pulsating period
துடிப்பு	-	pulse
துடிப்பு அலையாக்கி	-	pulse generator
துடிப்பு மின்னோட்டங்காட்டி	-	ballistic galvanometer
துடிப்பு விண்மீன்	-	pulsar
துடுப்புக் கதிர்	-	fin oar
துணித்து நறுக்குதல்	-	shearing
துணிப்பு	-	shear
துணி விரித்திறுக்குதல்	-	tentering
துணை ஓடு	-	accessory shell
துணைப்புயல்	-	substorm
துணையலகு சமன்பாடு	-	parametric equation
துணை வரைபடம்	-	subgraph
துணை விளைபொருள்	-	by product
துத்தநாகக் கசடு	-	zinc dust
துத்தநாக-தாமிர இரட்டை	-	zinc copper couple
துத்தநாகம் பூசுதல்	-	galvanizing
துப்புரவுப் பொறியியல்	-	sanitary engineering
தும்பெடுத்தல்	-	buffing
துருத்தி	-	bellow
துருநோய்	-	rust disease
துருப்பிடிக்காத எஃகு	-	stainless steel
துருவ உயிரி	-	polar organism
துருவ ஒளி மின் வீச்சல்	-	auroral electroject
துருவ முகடு	-	polar cap

துருவல் எந்திரம்	-	milling machine
துருவு சுருள்	-	search cell
துலங்கல்	-	response
துலாம்	-	libra
துவள் குணகம்	-	drape velocity
துவளுவுமை	-	flaccidity
துவளுமை அளவி	-	drapemeter
துளை	-	aperture
துளைக்கருவி	-	drill
துளை கடைவான்	-	reamer
துளைத்தகடு	-	washer
துளைப்பு உளி	-	drill bit
துளையிட்ட நாடா	-	punched type
துறவி நண்டு	-	hermit crab
தூக்கு திருகு	-	jack screw
தூண்டச் சுருள்	-	induction coil
தூண்டமற்ற	-	non-inductive
தூண்டல் மின்னோடி	-	induction motor
தூண்டல் முறைச்சூடாக்கம்	-	induction heating
தூண்டளவி	-	inductometer
தூண்டி	-	inductor
தூண்டுகை ஆக்கி	-	impulse
தூர்வாரி	-	dredge
தூரப்பார்வை	-	hypermetropia
தூவி உலர்த்துதல்	-	spray drying
தூள் வடிவம்	-	amorphous
தெவிட்டல்	-	saturation
தெவிட்டல் எதிர் வினைப்பி	-	saturation reactor
தெவிட்டல் மின்னோட்டம்	-	saturated salt solution
தெள்ளுப்பூச்சி	-	flea
தெறிசுடர்ப் பற்று வைப்பு	-	flash welding
தென் சிலுவை	-	southern cross
தென்திசை விடியல்	-	aurora australis
தேக்கடித் தொட்டி	-	storage tank
தேக்கமின்கல அடுக்கு	-	storage battery
தேக்க மின் சுற்று	-	tank circuit

தேங்கும் நீர்ச்சூழல்	-	lentic ecology
தேட்டம்	-	exploration
தேடும் சுற்று	-	hunter circuit
தேமல் நோய்	-	mosaic circuit
தேய்மானமற்ற முறை இழப்பு	-	wear-out mode
தேர்வு விதி	-	selection rule
தேள்மீன்	-	scorpion fish
தேன் அறை	-	honey chamber
தேன்கூடு நுரையீரல்	-	honey comb lung
தேன் தின்னும் பறவை	-	bee eater
தையல் திரிமுனை	-	stitching
தையல்வழி ஒட்டுவிப்பு முறை	-	stitch bonding
தைராய்டு குருத்தெலும்பு	-	thyroid cartilage
தொகுதித் திசைவேகம்	-	group velocity
தொகுதிப் பயன் திறன்	-	overall eficiency
தொகுப்பாக்க நிலையறி	-	integrating mode
தொகுப்பு	-	linkage
தொகுப்பு இழை	-	man-made fibre
தொகுப்பு மஞ்சரி	-	fasicle
தொகுப்பு வழிப் பதனிடு பொருள்கள்	-	syntans
தொகுபயன் திருக்கம்	-	resultant torque
தொகைச் சிதறல்	-	population dispersal
தொகைச் சூழலியல்	-	population ecology
தொகைத் தேற்றங்கள்	-	integral theorems
தொகை நுண்கணிதம்	-	integral calculus
தொகை மரபியல்	-	population genetics
தொகையிடல்	-	integration
தொகையீட்டுச் சார்புகள்	-	integrands
தொங்கு தொடர் வண்டி	-	monorail
தொடர்ச்சிச் சார்பு	-	continuous function
தொடர் சுமப்பான்	-	conveyor
தொடர் பாய்வு முறை	-	continuous flow method
தொடர் மாற்ற அமைப்பு	-	switching system
தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு	-	switching theory
தொடர்பு மாற்றி	-	switch
தொடர் மின்தூண்டம்	-	series inductance

தொடர் வண்டி பொறி	-	locomotive
தொடர் வினை	-	chain reaction
தொடரியல் சுற்று	-	sequential circuit
தொடு உணர் இழை	-	sensory filament
தொடுகைப் பண்பு	-	tactile characteristics
தொடுகைச் செறிகலன்	-	contact condenser
தொடுகை முனை	-	breaker point
தொடு கோணங்கள்	-	contact angles
தொடுகோடு	-	tangent
தொடைச்சந்துக் கால்வாய் வழி	-	inguinal canal
தொடைச்சந்து வீக்கம்	-	inguinal swelling
தொடை நரம்பு	-	cutane ous nerve
தொண்டை அடைப்பான்	-	diptheira
தொண்டை முனை	-	tonsil
தொப்பூழ்க்குடல் பிதுக்கம்	-	umbilical hernia
தொய்வு திறன் எண்	-	modulus of resilience
தொய்வுபுள்ளி	-	saddle point
தொல் உட்கரு உள்ளவை	-	prokaryotes
தொல் காந்தவியல்	-	paleomagnetism
தொல் சூழ்நிலையியல்	-	paleoecology
தொல் தாவரவியல்	-	paleobotany
தொல் நிலவியல்	-	paleogeology
தொல் புவியியல்	-	paleogeography
தொல்லுயிர்ப்பதிவு	-	fossil
தொல்லுயிரியல்	-	paleonotology
தொல்லுயிரூழி	-	paleozoic era
தொல் வளை தசைப் புழுக்கள்	-	archiannelida
தொல் தட்பவெப்பவியல்	-	paleoclimatology
தொலை அச்சமைபபி	-	teletypesetter
தொலை அச்சு	-	telex
தொலை அச்சுக்கருவி	-	teleprinter
தொலை அளவியல்	-	telemetry
தொலை ஒளிப்படவியல்	-	telephotography
தொலை ஒளி வில்லை	-	telephoto lens
தொலைக்காட்சி	-	television
தொலைக்காட்சி அலைப்பரப்பி	-	telecast

தொலைக்காட்சி அலையேற்பி	-	television receiver
தொலைக்காட்சிக் கட்டுமான அமைப்பு	-	television network
தொலைக்காட்சி வரிக் கண்ணோட்டம்	-	television scanning
தொலைத் தகவல் தொடர்பு	-	telecommunication
தொலைத் தட்டச்சுக் கருவி	-	tele type writer
தொலைபேசிக் குறிப்பனுப்பல்	-	telephone signalling
தொலைபேசிச் சேவை	-	telephone service
தொலைபேசியியல்	-	telephony
தொலைவரியியல்	-	telegraphy
தொலைவளவி	-	thedolite
தொலைவிருந்து படமெடுத்தல்	-	long shot
தொலைவு காணி	-	range finder
தொழில் நுட்பம்	-	technology
தொழிலகச் சுமை தள்ளுவண்டி	-	industrial truck
தொழிலகச் செலவு	-	factory expense
தொழிலக நுண்ணுயிரியல்	-	industrial microbiology
தொழிலகப் பொறியியல்	-	industrial engineering
தொழிலக வானிலையியல்	-	industrial meterology
தொற்றல் மையம்	-	infectible centre
தொற்றுக் கருச்சிதைவு	-	brucellosis
தொற்றுநோய்	-	infectious disease
தொற்றுநோய்க் கிளர்ச்சி	-	out break
தொற்றும் இழை	-	infection hypha
தொன்மையான விலங்குகளின் யுகம்	-	archaeozoic era
தோட்டத்தரை வடிவமைப்புக் கலை	-	garden landscape architecture
தோய்த்தல்	-	tempering
தோராயம்	-	approximation
தோராய மதிப்பு	-	approximate value
தோல்	-	skin
தோல்களைத் தேய்த்தல்	-	buffing
தோல் காகிதம்	-	parchment
தோல் காச நோய்	-	skin tuberculosis
தோல் தசையழற்சி	-	dermatomyositis
தோல் தடிமம்	-	urticaria
தோல் முனைக் கரடு	-	aerosclerosis
தோல் மெழுகு சுரப்பி	-	sebacious gland

தோலுரித்தல்	-	ecdysis
தோலை உரித்தல்	-	flaying
தோள் துடுப்பு	-	pectoral girdle
தோள் பட்டை என்பு	-	scapula
தோற்ற அமைப்பு	-	phenotype
தோற்ற இடமாற்றப் பிழை	-	parallax error
தோற்ற இடமாற்றம்	-	parallax
தோற்றத்துகள்	-	quasi particle
நச்சுயிர் அழற்சி	-	viral hepatitis
நடுத்தரத்தோல்	-	kips
நடுநிலை அடர்த்தி வடிகட்டி	-	neutral density filter
நடுநிலைப்படுத்தும் காரணி	-	neutralising agent
நடுநிலை மின் துகள் காணி	-	neutral particle detector
நடுநிலை மின்னோட்டம்	-	neutral current
நடுநிலையாக்கல்	-	titrimetric
நடுநிலையாக்கி	-	neutralizer
நடு மார்புக் கண்டம்	-	mesothroax
நடுமைப் படமெடுத்தல்	-	medium shot
நடுவரை	-	equator
நடுவரை விலக்க வட்டம்	-	declination circle
நடைமுறைச் சிக்கல்	-	operational problem
நரம்புச் செல்திரள்	-	cerebral ganglia
நரம்பு வெளுத்தல்	-	vein clearning
நல்லுருகு கலவை	-	eutectic alloy
நற்கடத்தி	-	good conductor
நன்கு சிதறும் சாயம்	-	disperse dye
நனைக்கும் காரணி	-	wetting agent
நாடாச் செலுத்துதல்	-	piching
நாடாத் தாள் துளையாக்கி	-	paper type perforator
நாடாத்தாள் படிப்பொறி	-	paper tape reader
நாண்	-	ligament
நாரிழைக் கண்ணாடித் தொட்டி	-	fibre glass tank
நான்கு தலைத் தசை	-	quadriceps
நான்முகத் திண்மம்	-	tetrahedron
நான்முனை உருத்திரிபு	-	quadrupole deformation

நிகழ்தகவுக் கொள்கை	-	probability theory
நிகழ்நிரல் விளக்கப்படம்	-	flow diagram
நிமிர்த்தல்	-	tilting
நியூட்ரான் தூண்டல்	-	neutron activation
நில அமைப்பு	-	tectonism
நிலச்சமன்பொறி, தள்ளும் எந்திரம்	-	bulldozer
நிலப்பட வீழல்	-	map projection
நிலை நிரவியல்	-	mass spectroscopy
நிலைமின் அச்சிடல்	-	electrostatic printing
நிறக்குருடு	-	colour blindness
நிறத்திடம்	-	colour fastness
நிற நீக்கு வில்லை	-	achromatic lens
நிறப் பகுப்பாய்வு	-	colourimetric
நிறம் நிறுத்திச் சாயப் பொருள்	-	mordant
நிறை	-	mass
நிறை மாற்றக் குணகம்	-	mass transfer coefficient
நினைவுக் குழல்	-	memory tube
நினைவு மிகைப்பி	-	memory amplifier
நீட்சி	-	elongation
நீட்சி அளவை	-	extension meter
நீட்சி நூல்	-	stretched yarn
நீட்சி நெகிழி	-	elastomer
நீட்சிமை எண்	-	modulus of elasticity
நீட்டக்கூடிய ஏணி	-	extension ladder
நீட்டுந் தன்மை	-	ductility
நீடித்த தைராய்டு சுரப்பிக் குறைபாடு	-	chronic throiditis
நீர் கவரக்கூடிய	-	hydrophilic
நீர் கவரும் தொகுதி	-	hydrophilic group
நீர் செல் குழாய்	-	siphon
நீர்த்தல்	-	dilution
நீர் பொசிதல் ஆய்வு	-	water percolation test
நீர்மத்துளி	-	droplet
நீரழுத்த உயர்த்தி	-	hydraulic jack
நீராற்பகுப்பு	-	hydrolysis

நீரைப் புகவிடாது தடுக்கும் தன்மை	-	water proof
நீரை விலக்கும் தன்மை	-	water repellant
நீள்வட்டம்	-	elliptic, ellipse
நீளிமை நூற்பு முறை	-	filament yarn spinning
நீளிழை	-	filament
நுண்கணிப் பொறி	-	micro computer
நுண் கணிதம்	-	calculus
நுண் கலையியல்	-	serigraphy
நுண்குமிழ்க் கொழுப்பு நிலை	-	microvesiculer steatosis
நுண்ணளவி	-	micrometer
நுண்ணிணக்கம்	-	hypersensitivity
நுண்ணிய	-	finer
நுண்ணியக்கி	-	microprocessor
நுண்ணியக்கிக் கட்டுப்பாடு	-	microprocessor control
நுண்ணுயிர் அழிப்பு	-	bactericidal
நுண்ணுயிர் எதிர்	-	antibiotic
நுண்துளை முகப்பு	-	spinneret
நுண்துளைமை	-	porosity
நுண்பெருக்கம்	-	micropropagation
நுண்மணிப் புற்றுத் திசு	-	granulomatous tissue
நுண்மை	-	fineness
நுண்வலை உள்தோல் மண்டலம்	-	reticulus endothelial system
நுரைக்கும் காரணி	-	foaming agent
நுரை நிலைப்பி	-	foam stabiliser
நுனி மொட்டு	-	terminal bud
நூல்	-	yarn
நூல் ஆய்வு	-	yarn test
நூல் சினுக்கெண்	-	yarn count
நூல் பிறழாமை	-	slip resistance
நூற்பு	-	drawing
நூற்பு ராட்டினம்	-	spinning jenny
நூற்புக் குதிரை	-	spinning mule
நூற்புச் சக்கரம்	-	spinning wheel
நெகிழ்வு	-	flexibility, plasticity
நெகிழி	-	plastic
நெட்டலை	-	longitudinal wave

நெட்டாங்கு	-	longitude
நெடுக்கை	-	range
நெருக்கப்பட்ட பிதுக்கம்	-	strangulated hernia
நெருங்கிப்படமெடுத்தல்	-	closeup shot
நெருப்பறை	-	fire box
நெளி குடல் உள்நோக்கி	-	sigmoidoscopy
நெளிந்த தகடு	-	corrugated sheet
நெளிவு	-	corrugation
நேர்	-	positive
நேர்குடல் துளையற்ற நிலை	-	rectal artesia
நேர் பல் இயக்கம்	-	positive gear drive
நேர்போக்குச் சுற்று	-	linear circuit
நேரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு	-	time controlled system
நேரக் கணிப்புக் கருவி	-	timing device
நேரடிச் செலவு	-	direct expense
நேரமைவு	-	alignment
நேரியல் மடங்காக்கி	-	analog multiplier
நோயியம்	-	syndrome
பக்கப்பை அழற்சி	-	diverticulitis
பக்கவாட்டு	-	lateral
பகுத்துணர் காலம்	-	resolving time
பகுத்துணர் திறன்	-	resolving power
பகுதி உருவம்	-	component form
பங்கீட்டுக் கருவி	-	distributor
பங்கீட்டுக் குழாய்	-	distribution pipe
பச்சையம்	-	chlorophyll
பஞ்சுத்திரி	-	roving
பட்டை அகலம்	-	bandwidth
பட்டை இடைவெளி	-	band gap
பட்டைக் கொள்கை	-	band theory
பட்டைச் சீலை தேய்ப்பு	-	emerising
பட்டைச் சுரங்கமுறை	-	strip mining
பட அலகீடு	-	picture scan
படலத்துணி	-	film
படிகப் பாலம்	-	wafer
படிச்சரிவு முறை	-	gradient method

படிநிலைச் சார்பு	-	step function
படிவப் பலகை	-	master-template
படிவம்	-	impression
படிவுத் திசைவேகம்	-	settling velocity
பண்ணமைப்புச் செய்திகள்	-	composed news
பண்ணை	-	reed
பண்பிறக்கம்	-	demodulation
பண்பேற்றி	-	modulator
பணிச் சார்பு	-	work function
பணித்தேனீ	-	work bee
பணிமேடை அல்லது தளம்	-	bench or floor
பதப்படுத்தல்	-	curing
பதிப்புரிமை	-	patent
பதியம்	-	layering
பதிய வைத்தல்	-	stamping
பதிவுக்கோடு	-	trace
பதிவுச் சுற்று	-	register circuit
பயிர் வளர்ச்சி ஊக்கி	-	growth regulator
பரப்பு அயர்வு தேய்மானம்	-	surface fatigue wear
பரப்பு ஊன்றுகை	-	adsorption
பரப்பு வட்டம்	-	diffusion circle
பரவல் விதி	-	law of distribution
பரவளையம்	-	parabola
பரவுகை	-	dispersion
பரிமாற்று விதி	-	commutative law
பருத்தல்	-	swelling
பருப்பு	-	dhal
பருப்பொருள்	-	matter
பருமானம்	-	dimension
பல்சக்கரம்	-	pinion
பல்லுறுப்பாக்கம்	-	polymerisation
பல்லுறுப்பி	-	polymer
பல்லுறுப்புச் சமன்பாடு	-	polynominal equation
பல்லுறுப்பு முறிவு வினை	-	depolymerisation
பலகை அமைப்பு	-	panel system
பளபளக்கும் துப்பட்டி	-	shear rug

பளபளப்பாக்கும் செய்முறை	-	glazing method
பள்ளமிடல்	-	sinking
பளுதூக்கி	-	derrick
பளுவான சம்மட்டி	-	sledge hammer
பளுவேற்றம்	-	weighting
பற்சக்கரப் பெட்டி	-	gear box
பற்றுவேர்	-	climbing root
பற்றுவைப்பு	-	welding
பற்றுகை முறை இழப்பு	-	seizure-mode
பறக்கும் விரைநாடா	-	flying shuttle
பன் முகப்பாடு	-	multiplexing
பன்மைக்கூற்று	-	multicomponent
பன்மைப் பிம்பம்	-	ghost image
பன்றிக் காலரா	-	pi g chloera
பாய் புலம்	-	flux field
பாய்மநிலைப் படுகை	-	fluidised bed
பாயம்	-	flux
பாய் மாற்றம்	-	change of flux
பாய் வலிமை	-	flux strength
பாலினக் குரோமோசோம்	-	sex chromosome
பாலினத் தொகுப்புப் பண்பு	-	linked character
பாலுண்ணி	-	wart
பாவு நூல் அச்சிடல்	-	warp printing
பாறை அடுக்கு வரைவியல்	-	stratigraphy
பாறைக் குழம்பு	-	magma
பாறை நுழைவு	-	intrusive
பாறை மாற்றம்	-	metamorphism
பிடி	-	fixture
பிடித்திழுக்கும் முறை	-	grab method
பிடிப்பான்	-	chuck
பிடிப்பி	-	gripper
பிணைப்புக் காரணி	-	coupling factor
பிணைப்புச் செயலி	-	binding agent
பித்தத்தேக்கம்	-	cholestasis
பித்த நாளச் சீழ்நிலை	-	suppurative cholangitis
பித்தப்பை அழற்சி	-	cholecystitis

பிழிந்து வார்த்தல்	-	extrusion
பிளத்தல்	-	cracking
பிளவிப் பெருக்கம்	-	cleavage
பிற உயிரினங்களைக் கொண்றுண்ணி	-	predatory
பிறப்பு வீதம்	-	birth rate
பின் பதனிடு நிகழ்ச்சி	-	post tanning operation
பின் மார்புக் கண்டம்	-	metathorax
பின்னணிக் கதிர் வீச்சு	-	background radiation
பின்னல்	-	knitting, multiplexing
பின்னிய வரிக் கண்ணோட்டம்	-	outerlaced scanning
பின்னூட்டல்	-	feedback
பீங்கான் பொருள்	-	ceramic
புகை காணி	-	smoke detector
புகைப்பி	-	smoker
புடைப்புருவம் அமைத்தல்	-	embossing
புத்தக நுரையீரல்	-	book lung
புத்தியல்பு	-	strangeness
புதை படிவம்	-	fossil
புயல் எச்சரிக்கை	-	storm warning
புரி	-	sliver
புரியிட்ட துளை	-	tapped hole
புரியிடைத் தொலைவு	-	pitch
புரைமை	-	permeability
புலச் செயலி	-	field operator
புலம்பெயரும் இடப்பெயர்ச்சி	-	migration
புல விளைவு	-	field effect
புவி நடுவரை	-	terrestrial equator
புவி நாட்டத் திருப்பம்	-	geotropism
புவி மைய	-	geo-centric
புவியீர்ப்பு மையம்	-	centre of gravity
புழுப்பற்சக்கரத் தொகுதி	-	worm gear
புழையிடல்	-	boring
புள்ளிப் பற்றவைப்பு	-	spot welding
புற ஆக்கப் பண்பு	-	phenotypic character
புற இறுக்கம்	-	case hardening
புற ஒட்டுண்ணி	-	ecto parasite

புற ஓடு	-	exoskeleton
புறத்தோல்	-	epithelium
புறத்தோல் திசு	-	ectodermal tissue
புறத்தோல் மடிப்புக் குழி	-	mantle cavity
புறத்தோற்ற விகிதம்	-	phenotype ratio
புறநஞ்சு	-	exotoxin
புறப்பரப்புச் செயலி	-	surfactant
புறக்குதம்	-	ectopic anus
புறாப் பட்டாணி	-	pigeon pea
பூசணக் காளாண்	-	mycotoxin, fungus
பூசண வித்து	-	fungal spore
பூட்டுத் தையல்	-	lock stitch
பூதப்புற்று	-	teratoma
பூவிதழ்	-	sepal
பெட்டி	-	tender
பெட்டிப் பெருக்கல்	-	box product
பெட்ரோலிய மெழுகு	-	vaseline
பெயர்ச்சி அச்சிடல் முறை	-	transfer printing
பெர் ஆக்சிஜனேற்றம்	-	peroxidation
பெரிய பனிப் பாறை	-	ice berg
பெருக்கம்	-	amplification
பெருக்கி	-	amplifier
பெருக்கிடை	-	germetric mean
பெருக்கு தொடர்	-	geometric progression
பெரும அனுமதி வரம்பு	-	maximum permissible limit
பெரும விலக்கம்	-	maximum deviation
பேச்சுத் தொடர்புக் கருவி	-	intercom head set
பேட்டுப் பெட்டி	-	dobby
பேரிழைப்பு எந்திரம்	-	planning machine
பொடி	-	powder
பொடியாக்கல்	-	comminuation
பொதுப்பொறியியல்	-	civil engineering
பொறிக் கலம்	-	spark chamber
பொறியாளர்	-	engineer
போக்கு	-	strike

போத்து	-	cutting
போலிக்கனி	-	pseudocarp
மக்கட் தொகை அடர்த்தி	-	population density
மச்சம் அச்சிடல்	-	blotch printing
மஞ்சரி	-	raceme
மஞ்சள் தேமல்	-	yellow mosaic
மடிப்பு வலிமை	-	flexual strength
மண்டலச் சீராக்கல்	-	zoning
மண்டலத் தூய்மிப்பு	-	zone refining
மண்வாரி	-	dragline
மணிக்கம்பளி	-	worsted wool
மணிவட்டம்	-	hour circle
மயக்க மருந்து	-	anaesthetic
மயிர் நுண்குமிழ்	-	hair follicle
மரக்கரி	-	wood charcoal
மரச்சுத்தி	-	mallet
மரநாக்கு	-	wooden tongue
மரபு வழி அமைப்பு	-	genotype
மருத்துவ நிகர் மனைகள்	-	paramedics
மரை	-	nut
மலட்டுத்தன்மை	-	sterling
மலப்புழை	-	anus
மலப்புழைக் கொம்புகள்	-	anal cerci
மலையாட்டுத் தோல்	-	chamoise leather
மழைமரம்	-	rain tree
மறுஒலிப்பு	-	repeater
மறு சுழற்றிச் செயல்முறை	-	recycle
மறுபதனிடல்	-	retanning
மறுமதிப்பீடு	-	revaluation
மறுமுறுக்கு	-	back twist
மறைமுகச் செலவு	-	indirect expense
மனநிலை	-	mood
மனித வளப் பொறியியல்	-	human resource engineering
மாடம்	-	dome
மாடிப்படி வளை கோடு	-	stair step curve
மாய விளக்கு	-	magic lantern

மாற்றுக் கலவி	-	reciprocal cross
மாற்றுத் தளச் சாய் பல்லிணை	-	bevel gear
மாற்றுப் பதித்தல்	-	transplantation
மாற்றுப் பெருக்கம்	-	metaplasia
மாறாச் செலவு	-	fixed expense
மாறி	-	variable
மாறுதிசையாக்கி	-	inverter
மாறுபட்ட அச்சிடல்	-	differential printing
மாறும் செலவு	-	flexible expense
மாறும் புலத்திறன் கூறு அளவி	-	alternating field power factor meter
மிகைப்படலம்	-	positive
மிதவை உயிரி	-	plankton
மிதிக்கட்டை	-	foot pedal
மின்அடை	-	choke
மின் இரைச்சல்	-	electrical noise
மின்கடத்தாப் படிகம்	-	dielectric crystal
மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி	-	dielectric constant
மின்கல அடுக்கு	-	storage battery
மின்காட்டி	-	electroscope
மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு	-	electromagnetic radiation
மின்காந்த வீச்சுக் குறைப்புக் காரணி	-	electro magnetic damping factor
மின் குமிழ் விளக்கு	-	bulb
மின்கொண்மைக் கண்ணோட்டம்	-	capacitive scanning
மின்தகடு	-	electric plate
மின்தகைவு	-	electrical stress
மின்தடை	-	resistance
மின்தவிர்ப்பு	-	electro repulsion
மின்துத்தநாகப் பூச்சு	-	electrogalvanizing
மின்தேக்கி	-	capacitance, condenser
மின்நிலைமம்	-	inductance
மின்பகுளிகள்	-	electrolytes
மின்பொறி செருகி	-	spark plug
மின்விளைவு திரட்சி	-	agglutination
மின்னழுத்தம்	-	voltage
மின்னாக்கி	-	generator
மின்னாற்றல் மாற்றி	-	transducer
மின்னியக்க அளவி	-	electrodynomometer

மின்னிறக்கம்	-	discharge
மின்னுறுப்பு	-	electric organ
மின்னூட்டம்	-	charge
மின்னெதிர்ப்பு	-	impedance
மின்னேற்றத் தேக்கக் குழாய்	-	electric storage tube
மின்னோட்ட ஊர்திகள்	-	charge carriers
மின்னோடி விளைவு	-	motor effect
மீட்சி அலை	-	elastic wave
மீட்சிமை	-	elasticity
மீட்சிமைக் கொள்கை	-	elastic theory
மீட்புக் காலம்	-	recovery time
மீண்டொலிப்பி	-	repeator
மீப்பெருக்கம்	-	hyperplastic
மீபாய்	-	super fluid
மீள் தன்மை	-	elasticity
மீள் பதிவுக்கோடு	-	retrace
மீன் குத்தல்	-	gigging
முகடு	-	crest
முகமுடி	-	face mask
முக மையக் கனசதுர	-	face centred cubic
முட்டையிடும் நீள்பை	-	ovi positor
முடக்கு வாத வீக்கம்	-	rheumetoid orthritis
முடிச்சு	-	slubbling
முடிச்சுச் சாயமிடல்	-	tie dyeing
முதற் சேர்க்கை	-	primary union
முதிரி	-	imago
மும்முனையம்	-	triode
மும்மை நிலை	-	triple point
முரட்டுத் தோல்	-	hide
முள்நீட்சி	-	spine
முள்முனை	-	forked end
முளைசூழ்தசை	-	endosperm
முறிப்பான் தொடர்பு	-	breaker point
முறுக்கு	-	torsion
முறுக்கு முன் தகைவுற்ற கற்காரை	-	pre-stressed concrete
முன்மார்புக் கண்டம்	-	prothorax

முன் வலியூட்டல்	-	preemphasis
முன்னுயிரி	-	protozoa
முன்னெச்சரிக்கை	-	forecast
முன்னேறு வரிக் கண்ணோட்டம்	-	progressive scanning
முன்னோடி	-	procussor
முனைமாற்ற ஊழி	-	polarity epoch
முனைமை	-	polarity
முனைவிலா	-	non-polar
மூக்குத் துளை	-	nostril
மூட்டமைப்புப் பொறி	-	packing machine
மூடுபனி மூக்குத்துளை	-	fog nozzle
மெதுவான கனற்சி	-	slow combustion
மெருகேற்றம்	-	glazing
மென்தகடு	-	foil, arbour
மென்படலம்	-	thin film
மென்மையழுகல் நோய்	-	soft rot disease
மென்மையாக்குதல்	-	annealing
மேல்துடுப்பு	-	dorsal fin
மேல்தோல்	-	epidermis
மேல்தோல் புற்று	-	epidermoid cancer
மேல்நிலைத் தேக்கத் தொட்டி	-	over head tank
மேல் மண் நீக்க விகிதம்	-	stripping ratio
மேற்புறப்படலம்	-	mask
மையக் காலம்	-	middle age
மையக் குத்திடுதல்	-	coring
மைய நுண் விளைவு நசிவு	-	central lobular necrosis
மையப் பிறழ்ச்சி	-	ecentricity
மைய விசை	-	centrifuge
மைய விலக்கு விசை	-	cent rifugal force
மொட்டுக் கட்டுதல்	-	budding
மொழிப் பெயர்ப்புச் சுற்று	-	translating circuit
யாப்பு	-	texture
யாப்பு நூல்	-	textured yarn
ரம்பப்பல் போல	-	serrulate
ராட்சதத் தோல் தடிமம்	-	giant urticaria
ராட்டை	-	charka

லேசான துணி	-	sheer
வகைக்கெழு	-	derivative
வட்டத் திருகு சுழல்	-	circular helix
வடதிசை விடியல்	-	auroa bonealis
வடிவொழுங்கு வழிமுறை	-	squaring technique
வடு	-	scar
வண்டிப் படப்பிடிப்பு	-	truck shot
வணிகச் சரக்கு	-	commodity
வணரித்தண்டு	-	crank shaft
வயிற்று உப்புசம் குறைப்பி	-	antibloat agent
வரப்புத் தாவரம்	-	hedge
வரிக்கண்ணோட்டப் படித் தரம்	-	scanning standard
வரிச்சுருள்	-	solenoid
வரிசைப்படுத்தி	-	sequencer
வரிப்பள்ளம்	-	groove
வரிப்பள்ளமிடப்பட்ட துளை கடைவான்	-	fluted reamer
வரையறுத்த தொகை	-	difinite integral
வலம்புரித்திருகு	-	right handed screw
வலிமையான கரை	-	selvedge
வலிவூட்டல்	-	reinforcement
வலிவூட்டிய கற்காரை	-	reinforced concrete
வலையமைவு	-	network
வழங்கி அணு	-	donar atom
வழிகாட்டி	-	pilot
வழித்தட முப்பிரிகோணத்துகள் காணி	-	track imaging detector
வழியமைப்பு	-	programming
வளர்சிதை மாற்றத்திரிபு	-	metabolic aberration
வளர்வுரு மாற்றங்கள்	-	metamorphosis
வளரி	-	instar
வளிம-நிலை படியவைத்தல்	-	vapour phase deposition
வளி விரும்பா	-	anaerobic
வளி விரும்பும்	-	aerobic
வளை கம்பி	-	clevis
வளைதசையுடலிகள்	-	annelids
வளைப்புள்ளி	-	ring spot
வளையத்தட்டு	-	annular plate

வளையம்-இயக்கி நூற்பு முறை	-	ring-traveller method
வளைவரை	-	curve
வளைவுக் குணகம்	-	bending modulus
வாடல்	-	wilt
வாய்ப்புண்	-	mouth sore
வாய்வழி அடைக்காத்தல்	-	oral incubation
வாயு அகற்றும் பண்பு	-	carminative
வார்	-	belt
வார் குவளை	-	scoop
வார்ப் பின்னல் வகை	-	lace
வாருதல்	-	combing
வால் துடுப்பு	-	tail fin
வாழ்வுத் தீவனம்	-	maintenance ration
வாளி மண்வாரி	-	shovel
வானக்கோளம்	-	celestial sphere
வானிலை அறிக்கை	-	weather report
வானிலைத் தாக்கம்	-	weather influence
வானிலையாய்வுத் துணைக்கோள்	-	weather satellite
வானூர்திப் பொறியியல்	-	aeronautics engineering
விகித எண்ணி	-	proportional counter
விகிதவியல்	-	stoichoimetry
விகுவுத்தன்மை	-	tenacity
விதிப்புப் படித்தரம்	-	allocation standard
விந்தணு	-	sperm
விரவ ல்	-	diffusion
விரிபெருக்க நாளம்	-	varicose vein
விரிவாக்கம்	-	boring
விரை தேய்வு	-	testicular atropy
விரைவியங்கி	-	flyer
விரைவு கனற்சி	-	fast combustion
வில்லுமை	-	resilience
வில்லை	-	tablet, lens
விலகல்	-	deviation
விலகு திருக்கம்	-	deflecting torque
விலங்குக் கரி	-	animal charcoal
விலாச் சட்டம்	-	rib frame

விளிம்பு விலகல்	-	diffraction
வினைக்கலன்	-	reactor
வினையூக்கி வழி வளிமத் தூய்மையாக்கல்	-	catalytic gas purification
வீச்சுக் குறைப்புக்காரணி	-	clampling factor
வீடியோ எழுத்து	-	videotext
வெக்கை நோய்	-	rinder pest
வெட்டுப் பல்	-	incisor
வெட்டுளித்தூர்வாரி	-	cutter head dredge
வெடிகனி	-	legume, lomentum, capsule
வெப்பக் காப்பீட்டு மதிப்பு	-	thermal insulation value
வெப்பநிலைக் காப்பான்	-	thermostats
வெப்பநிலைச் சரிவு	-	temperature gradient
வெப்பப் பகுப்பாய்வு	-	thermal analysis
வெள்ளை அணுவேற்றம்	-	leucocytosis
வெளி	-	space
வெளித்தசை	-	lateralis
வெளியேற்றம்	-	emigration
வெளிவந்த குஞ்சு	-	protaspis
வெளுக்கும் தூள்	-	bleaching powder
வெளுத்தல்	-	bleaching
வெற்றிட உட்புகுதிறன்	-	permeability empty space
வெற்றிட உலர்த்தல்	-	vaccum drying
வெற்றிடத் தூய்மையாக்கி	-	vaccum cleaner
வெற்றுக் கூட்டு	-	blank combination
வேதி ஒளிர்வு	-	chemiluminisence
வேதி நுரை	-	chemical foam
வேதிப் பிணைப்புத் தொழில் நுட்பம்	-	chemical bonding technique
வேரழுகல் நோய்	-	root rot disease

கலைச்சொற்கள்
(ஆங்கிலம்-தமிழ்)

absolute permeability	-	தனி உட்புகுதிறன்
acceptor atom	-	ஏற்பி அணு
accessory shell	-	துணை ஓடு
achromatic lens	-	நிறநீக்கு வில்லை
acoustics	-	ஒலியியல்
activated sludge process	-	கிளர்வூட்டப்பட்ட கசடு முறை
acute otitis media	-	தீவிர இடைச் செவி அழற்சி
adaptive radiation	-	தகவமைப்புக் கதிர்வீச்சு
adhesive wear	-	ஒட்டுப்பொருள் தேய்மானம்
adsorption	-	பரப்பு ஊன்றுகை
aerial ladder	-	நிமிர்ந்தெழும் ஏணி
aeronautics engineering	-	வானூர்திப் பொறியியல்
aerobic	-	வளி விரும்பும்
aerosclerosis	-	தோல் முனைக் கரடு
aerospace telemetry	-	காற்று விண்வெளித் தொலை அளவியல்
agglutination	-	மின் விளைவு திரட்சி
aggregate fruit	-	திரள் கனி
aileron	-	ஓரமடக்கி
air permeability	-	காற்றுப் புகவிடு திறன்
air jet spinning	-	காற்றுத் தாரை வழி நூற்பு
air lock	-	காற்றுப் புரை
alarm clock	-	அலறல் கடிகாரம்
alum tanning	-	படிகார முறைப் பதனிடல்
alternating field power factor meter	-	மாறும் புலத்திறன் கூறு அளவி
altitude	-	கோணவேற்றம்
alloy	-	கலப்பு உலோகம்
allocation standard	-	ஒதுக்கீட்டுச் செந்தரம்
alkaline	-	காரம்
alignment	-	நேரமைவு
algebric sum	-	இயற்கணிதக் கூடுதல்
alcoholic liver disease	-	ஆல்ஹாலிய ஈரல் நோய்
ammoniating	-	அம்மோனியா ஏற்றம்

amorphous	-	தூள் வடிவம்
amplification	-	பெருக்கம்
amplifier	-	பெருக்கி
amplitude	-	அலை வீச்சு
anaesthetic	-	மயக்க மருந்து
ampere's theorem	-	ஆம்பியர் தேற்றம்
anaerobic	-	வளி விரும்பி
anal cerci	-	மலப்புழைக் கொம்புகள்
analog computer	-	ஒப்புமைக் கணிப்பொறி
analog multiplier	-	நேரியல் மடங்காக்கி
anaphylactic	-	உடனடி ஒவ்வாமை விளைவு
analyst	-	அரசுப் பகுப்பாய்வாளர்
angular momentum	-	கோண உந்தம்
angular velocity	-	கோணத் திசை வேகம்
animal charcoal	-	விலங்குக் கரி
anion	-	எதிரயனி
anisotropy	-	திசையொவ்வாமை
annealing	-	மென்மையாக்குதல்
annelids	-	வளைதசையுடலிகள்
annular plate	-	வளையத் தட்டு
antennae	-	உணர் கொம்பு, உணர் நீட்சி
anthrax	-	அடைப்பான் நோய்
anti anxiety agent	-	தவிப்பு எதிர்ப்பி
antibiotic	-	நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து
antibloat agent	-	வயிற்று உப்புசம் குறைப்பி
anti coincidence	-	எதிர் ஒத்தியங்கு
antifreeze agent	-	உறைதல் தடுப்பி
antigen	-	எதிர்ச்செனி
anti-inflammatory	-	அழற்சி எதிர்
antiserum	-	எதிர் ஊனீர்
antispasmodics	-	தசை தளர்த்தி
antistatics	-	மின்னேற்றத் தடுப்பு
anus	-	மலைப்புழை
aperture	-	துளை
appendage	-	இணை உறுப்பு

appendicitis	-	குடல் வால் அழற்சி
approximation	-	தோராயம்
approximate value	-	தோராய மதிப்பு
archaeozoic era	-	தொன்மையான விலங்குகளின் யுகம்
archiannelida	-	தொல் வளை தசைப் புழுக்கள்
arithmetic progression	-	கூட்டுத் தொடர்
asbestos	-	கல்நார்
ash	-	சாம்பல்
associative law	-	சேர்ப்பு விதி
astigmatism	-	உருட்சிப் பிறழ்ச்சி
auto clave	-	வெப்பச் சமநிலை அடுப்பு
atherosclerosis	-	தமனி உள்ளுறைப் படிம நோய்
acidosis	-	அமிலத்துவம்
atomic reactor	-	அணு உலை
autoimmune thyroiditis	-	தன் தடுப்பாற்றல் தைராய்டு அழற்சி
antolytic decomposition	-	தன் முறிவுச் சிதைவு
autosomal dominant	-	தன் உடல் விஞ்சுகை
autosomal recessive	-	தன் உடலிய எஞ்சுகை
autumnal equinox	-	சம இரவுப் புள்ளி
arbour	-	மென் தண்டு
auger mining	-	துரப்பணச் சுரங்கவியல்
aurora australis	-	தென்திசை விடியல்
aurora borealis	-	வடதிசை விடியல்
auroral electroject	-	துருவ ஒளி மின் வீச்சல்
avalanche	-	ஆழ்சரிவு
background radiation	-	பின்னணிக் கதிர் வீச்சு
back twist	-	மறுமுறுக்கு
bactericidal	-	நுண்ணுயிர் அழிப்பு
bad conductor	-	அரிதிற் கடத்தி
baffle	-	தடுப்பு
balanced load	-	சமன்பட்ட சுமை
ballistic galvanometer	-	துடிப்பு மின்னோட்டங்காட்டி
band gap	-	பட்டை இடைவெளி
band theory	-	பட்டைக் கொள்கை
band width	-	பட்டையகலம்

basal cell carcinoma	-	அடித்தளச் செல் புற்று
base	-	அடி
base band decommutation device	-	அடிப்படை அலைவரிசை குறியீடகற்றி
bearing	-	தாங்கி
bee eater	-	தேன் தின்னும் பறவை
belt	-	வார்
bellows	-	துருத்தி
bench or floor	-	பணிமேடை அல்லது தளம்
bending modulus	-	வளைவுக் குணகம்
bevel gear	-	கூம்புப் பற்சக்கரம்
bias	-	சார்பு
bicomponent spinning	-	இரு கூறு நூற்பு
binary	-	இரும
binary form	-	இரும எண் வடிவு
binary pulsar	-	இரும துடிப்பு விண்மீன்
binding agent	-	பிணைப்புச் செயலி
biological oscillation	-	உயர் அலை இயக்கம்
biomass	-	உயிரியல் கூட்டு
bio-technology	-	உயிரி நுட்பவியல்
biotic potential	-	உயிரித் திறன்
bipinnately	-	இரட்டை இறகுடைய வடிவம்
birth rate	-	பிறப்பு வீதம்
black quarter	-	சப்பை நோய்
blank combination	-	வெற்றுக் கூட்டு
blast disease	-	குலை நோய்
bleaching powder	-	வெளுக்கும் தூள்
blind staggers	-	குருட்டுத் தள்ளாட்ட நோய்
blood grouping	-	குருதிக் குழுப் பிரிவு
blotch printing	-	மச்சம் அச்சிடல்
body centred cubic	-	உரு மையக் கனசதுர
body portion	-	உடலகப் பகுதி
bolt	-	மரையாணி
book lung	-	புத்தக நுரையீரல்
boring	-	விரிவாக்கம்,புழையிடல்
botulism	-	தசை வாத நோய்
boundary theorem	-	எல்லைத்தேற்றம்

box product	-	பெட்டிப் பெருக்கல்
braid	-	இழைப்பின்னல் வகை
brake thermal efficiency	-	தடை வெப்பத்திறன்
breaker point	-	தொடுகை முனை
breaker point	-	முறிப்பான் தொடர்பு
breaking load	-	அறுக்கும் வலிமை
break spinning	-	தடை நூற்பு
breathing apparatus	-	சுவாசக் கருவி
brood chamber	-	குஞ்சு அறை
brown spot disease	-	செம்புள்ளி நோய்
brucellosis	-	தொற்றுக் கருச்சிதைவு
bubble chamber	-	குமிழ்க் கலம்
budding	-	மொட்டுக் கட்டுதல்
buffer	-	தாங்கல் கரைசல்
buffing	-	தும்பெடுத்தல், கல்லடித்தல், தோல்களைத் தேய்த்தல்
bulb	-	குமிழ், மின் குமிழ் விளக்கு
bulking	-	உப்ப வைத்தல்
bulldozer	-	நிலச்சமன் பொறி
bur	-	ஒட்டு முள் விதை
buzz	-	காலூன்றா நிலை
by product	-	துணை விளைபொருள்
caecum	-	குடல்வால்
calcification	-	கால்சிய ஏற்றம்
calculus	-	நுண் கணிதம்
calendering	-	அழுத்த மெருகேற்றம்
calibration	-	அளவீடு செய்தல்
cam	-	தள்ளி
cam mechanism	-	திரிமுனை இயக்கமைப்பு
cambium	-	ஆக்குபடைத்திசு
capacitor	-	மின் தேக்கி
capacity scanning	-	மின்கொண்மைக் கண்ணோட்டம்
capsule	-	வெடிகனி
carbon tool steel	-	கார்பன் உளி எஃகு
cardinal point	-	தலையாய புள்ளி

card web	-	சீராக்கப்பட்ட இழைவலை
carminative	-	வளிமம் அகற்றும் பண்பு
case hardening	-	புற இறுக்கம்
cartesian variable	-	கார்ட்டீசியன் மாறி
catalytic gas purification	-	வினையூக்கி வழி வளிமத் தூய்மையாக்கல்
cathode ray oscilloscope	-	எதிர் முனைக் கதிர்க்குழல் அலைகாட்டி
celestial sphere	-	வானக்கோளம்
cellular control	-	செல் கட்டுப்பாடு
cementation	-	காரைப் பிணைப்பு
cenozoic era	-	அண்மைக் கால விலங்குகளின் யுகம்
central lobular necrosis	-	மைய நுண் வளைவு நசிவு
centre of gravity	-	புவியீர்ப்பு மையம்
centrifuge	-	மைய விசை
centocifugal force	-	மைய விலக்கு விசை
centromer	-	இணைமணி
ceramic	-	பீங்கான் பொருள்
cerebral ganglia	-	நரம்புச் செல்திரள்
charka	-	ராட்டை
chatler	-	அதிர்வு
charge carrier	-	மின்னோட்ட ஊர்தி
charge	-	மின்னூட்டம்
charge storage tube	-	மின்னேற்றத் தேக்கக் குழாய்
change of flux	-	பாய மாற்றம்
channel standard	-	கால்வழிச் செந்தரம்
chamois leather	-	மலையாட்டுத் தோல்
chain rection	-	தொடர்வினை
cheese	-	உருளை நூற்கண்டு
chemical bonding technique	-	வேதிப் பிணைப்புத் தொழில் நுட்பம்
chemical foam	-	வேதி நுரை
chemiluminisence	-	வேதி ஒளிர்வு
chiral	-	சமச்சீரற்ற
cholecystitis	-	பித்தப்பை அழற்சி
chlorophyll	-	பச்சையம்
choke	-	மின் அடை
chronic thyroiditis	-	நீடித்த தைராய்டு அழற்சி

chute - சரிவோடை

circumference - சுற்று வரை
circular helix - வட்டத் திருகு சுழல்
civil engineering - பொதுப் பொறியியல்
clevis - வளைக் கம்பி
climbing root - பற்று வேர்
closeup shot - நெருங்கிப் படமெடுத்தல்
coordinate - ஆயம்
coagulation - திரள்தல்
coarse - சட்டத் தொகுப்பு
codominance - ஓங்கு தன்மை
coincidence - ஒத்தியங்கு
cold flame - குளிர்ந்த சுடர்
collagen - ஊன் புரதம்
collector - சேகரிப்பான்
coller - கழுத்து வளையம்
colloid - கூழ்மம்
colour blindness - நிறக்குருடு
colour fastness - நிறத்திடம்
colonial life - கூட்டு வாழ்க்கை
colourimetric - நிறப்பகுப்பாய்வு
combing - வாருதல்
combinational circuit - கூட்டியல் சுற்று
combustion - கனற்சி
composite fabric - கூட்டு நிலைத் துணி
commodity - வணிகச் சரக்கு
compound eyes - கூட்டுக் கண்கள்
commulative law - பரிமாற்று விதி
communication satellite - செய்தித் தொடர்புத் துணைக்கோள்கள்
compass - திசைகாட்டி
complex ion - அணைவு அயனி
complex plane - சிக்கலெண் தளம்
component form - பகுதி உருவம்
composite - கோவை
composition - உள்ளடக்கம்

compressor motor	-	இறுக்க மின்னோடி
concentrated food	-	அடர் தீவனம்
concentration	-	செறிவு
condenser	-	மின்தேக்கி
condensation	-	சுருக்கம், குறுக்கம்
conduit	-	கடத்துங் குழாய்
cone	-	கூம்பு
conglomerate	-	கூழாங்கல் பாறை
contact angle	-	தொடுகோணம்
contact condenser	-	தொடுகைச் செறிகலன்
continous flow method	-	தொடர் பாய்வு முறை
control grid	-	கட்டுப்பாட்டுக் கம்பி வலை
control system	-	கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு
continuous function	-	தொடர்ச்சிச் சார்பு
conveyor	-	தொடர் சுமப்பான்
conveyor belt	-	சுமந்து செல்லி
coplanar	-	ஒருதளத்தமைந்த
core	-	உள்ளகம்
coring	-	மையக் குத்திடுதல்
cornea	-	கருவிழி
corrosive wear	-	அரிமானப் பொருள் தேய்மானம்
corrugation	-	நெளிவு
corrugated sheet	-	நெளிந்த தகடு
corundum	-	குருந்தம்
count	-	சிணுக்கு எண்
counting circuit	-	எண்ணும் சுற்று
coupling factor	-	பிணைப்புக் காரணி
covalent solids	-	சகபிணைப்புத் திண்மங்கள்
crack	-	விரிசல், பிளவு
cracking	-	பிளத்தல்
crane	-	சுமைதூக்கி
crank	-	சுற்றியக்கி
crank shaft	-	வணரித்தண்டு
crest	-	முகடு
criss-cross inheritance	-	குறுக்கு மறுக்குப் பாரம்பரியம்
crossing over	-	குறுக்கெதிர் மாற்றம்

crust leather	-	ஒட்டுத் தோல்
currer head dredge	-	வெட்டுளி தூர்வாரி
cutaneous nerve	-	தொடை நரம்பு
cutting	-	போத்து
curing	-	பதப்படுத்தல்
current transformer	-	மின்னோட்ட மாற்றி
curve	-	வளைவரை
cycle	-	சுழற்சி
damping	-	ஒடுக்கமைப்பு
damping factor	-	வீச்சுக் குறைப்புக்காரணி
data base	-	தகவல் தளம்
dead period	-	செயலுறாக்காலம்
declination	-	விலக்கம்
declination circle	-	நடுவரை விலக்க வட்டம்
decoder	-	சங்கேத நீக்கிக் கருவி
definite integral	-	வரையறுத்த தொகை
deflecting torque	-	விலகு திருக்கம்
deflector	-	திருப்பி
degrees of freedom	-	கட்டற்ற நிலை
delay line	-	தாழ்ந்த வரிசை
demodulation	-	பண்பிறக்கம்
depolymerisation	-	பல்லுறுப்பு முறிவு வினை
derivative	-	வகைக்கெழு
dermatomyositis	-	தோல் தசையழற்சி
derrick	-	பளுதூக்கி
depletion layer	-	வெறுமையாக்கப் பகுதி
detector	-	துகள் காணி
deviation	-	விலகல்
ductility	-	நீட்டுந்தன்மை
dial	-	எண் சுழற்றுங்குருவி
dial tone	-	ஆயத்த ஒலி
diamagnetic material	-	காந்த விலக்கு பொருள்
dielectric constant	-	மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி
dielectric crystali	-	மின்கடத்தாப் படிகம்
differential equation	-	வகைக்கெழுச் சமன்பாடு
differential printing	-	மாறுபட்ட அச்சிடல்

diffraction	-	விளிம்பு விலகல்
diffusion	-	விரவல்
digital	-	எண் வடிவம்
digital carrier system	-	இலக்க ஊர்தி அமைப்பு
digital computer	-	எண்ணியல் கணிப்பொறி
digital processor	-	எண்ணியல் இயக்கி
dilution	-	நீர்த்தல்
dimension	-	பருமானம்
dipole transition	-	இருமுனை இடமாற்றம்
diptheria	-	தொண்டை அடைப்பான்
dimmer control circuit	-	ஒளிச்செறிவுக் கட்டுபாட்டுச் சுற்று
dipole	-	இருமனையி, இரட்டை முனை
direct expenses	-	நேரடிச் செலவினங்கள்
directional coupler	-	திசைநிலைப் பிணைப்பி
direction finding equipment	-	திசைகாண் கருவி
discharge	-	மின்னிறக்கம்
disperse dyes	-	சிதறும் சாயங்கள்
dispersion	-	பரவுகை
distortion cloud	-	குலைவு முகில்
distribution curve	-	பங்கீட்டு வரைகோடு
distributive law	-	பரவல் விதி
distribution pipe	-	பங்கீட்டுக் குழாய்
distributor	-	பங்கீட்டுக் கருவி
diuretic	-	சிறுநீர்ப் பெருக்கி
diverticulitis	-	பக்கப்பை அழற்சி
documentary film	-	ஆவணப்படம்
dobby	-	பேட்டுப் பெட்டி
doffer	-	தடுப்பு உருளை
dome	-	மாடம்
donar atom	-	வழங்கி அணு
dopant	-	கலப்பான்
doping	-	கலப்பிடுதல்
dorsal fin	-	மேல்துடுப்பு
double chain stitch	-	இரட்டைச் சங்கிலித் தையல்
dragline	-	மண்வாரி
drape meter	-	துவளுமை அளவி

drape velocity	-	துவள் குணகம்
spinning	-	நூற்பு
dredge	-	தூர்வாரி
dredging	-	தூர்வாருதல்
drill	-	துளைக்கருவி
drill bit	-	துளைப்பு உளி
driller	-	துளையிடும் கருவி
droplet	-	நீர்மத் துளி
drum	-	உருளை
drupe	-	சதைக்கனி
dry moss	-	உலர் பாசி
dry powder	-	உலர் பொடி
duplex circuit	-	இரட்டைச் சுற்று அமைப்பு
duplex printing	-	இருபுறம் அச்சிடல்
dynamics	-	இயக்கவியல்
eccentricity	-	மையப் பிறழ்ச்சி
ecdysis	-	தோலுரித்தல்
ecological age	-	சூழலியல் வயது
ecology	-	சூழலியல்
ectodermal tissue	-	புறத்தோல் திசு
ectoparasite	-	புற ஒட்டுண்ணி
ectopic anus	-	புறக்குதம்
eddy current	-	மின்னோட்டம்
effective coupling	-	செயற்பாடு கலப்பு
effective mass	-	செயலுறு நிறை
elastic theory	-	மீட்சிமைக் கொள்கை
elastic wave	-	மீட்சி அலை
elasticity	-	மீட்சிமை
elastomer	-	நீட்சி நெகிழி
electrical noise	-	மின் இரைச்சல்
electrical stress	-	மின் தகைவழுத்தம்
electric organ	-	மின்னுறுப்பு
electric plate	-	மின் தகடு
electro dynamo meter	-	மின்னியக்க அளவி
electrofying	-	அடுக்கு மெருகேற்றம்

electrolyte	-	மின்பகுளி
electro galvanizing	-	மின்துத்தநாகப் பூச்சு
electromagnetic dampling factor	-	மின்காந்த வீச்சுக் குறைப்புக் கார ணி
electromagnetic radiation	-	மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு
electron accelerator	-	எலெக்ட்ரான் முடுக்கி
electron microscope	-	எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி
electro repulsion	-	மின் தவிர்ப்பு
electroscope	-	மின்காட்டி
electrostatic printing	-	நிலைமின் அச்சிடல்
elementary particle	-	அடிப்படைத் துகள்
elevating platform	-	உயர்ந்தெழும் மேடை
elevation	-	சரிவு கோணம்
elevator	-	உயர்த்தி
ellipse	-	நீள்வட்டம்
elongation	-	நீட்சி
elliptic	-	நீள்வட்டம்
embolism	-	குருதித் துகள் அடைப்பு
embolic	-	தக்கையுரு
embossing	-	புடைப்புருவம் அமைத்தல், புடைப் புருவ மேற்றம், உருவப் பதிப்பு
emerising	-	பட்டைச் சீலைத் தேய்ப்பு
emigration	-	வெளியேற்றம்
emitter	-	உமிழ்வான்
emotional instability	-	உணர்ச்சி மனநிலை
end mill	-	அடிப்பகுதித் துருவல்
endosperm	-	முளைசூழ்தசை
enema	-	குடற் கழுவல்
enthalpy	-	உள்ளுறை வெப்பம்
entropy	-	இயல்பாற்றல்
epidermis	-	மேல்தோல்
epidermoid cancer	-	மேல் தோல் புற்று
epiglottis	-	குரல்வளை மூடி
equator	-	நடுவரை
equilibrium	-	சமநிலை
equilibrium diagram	-	சமநிலைப்படம்
equipotential	-	சம மின்னழுத்தம்

etching	-	செதுக்குதல்
etiology	-	ஏதுவியல்
eutectic alloy	-	நல்லுருகு கலவை
even function	-	இரட்டைப்படைச் சார்பு
even parity	-	இரட்டைப்படை ஒப்புமை
exchange area	-	இணைப்புப் பரிமாற்ற வட்டாரம்
excitability	-	கிளர்தல் தன்மை
excitation	-	கிளர்வு
exoskeleton	-	புற ஓடு
exotoxin	-	புற நஞ்சு
exploration	-	தேட்டம்
extension ladder	-	நீட்டக்கூடிய ஏணி
extension meter	-	நீட்சி அளவை
extra biliary obstruction	-	ஈரல்வெளிப் பித்தத் தடை
extrusion	-	பிழிந்து வார்த்தல்
fabrication	-	கட்டமைத்தல்
face centred cubic	-	முக மையக் கனசதுர
face mask	-	முகமூடி
factory expense	-	தொழிலகச் செலவு
fasciated yarn	-	தாள் நூல்
fasicle	-	தொகுப்பு மஞ்சரி
fast combustion	-	விரைவு கனற்சி
fastenings	-	இணைப்புகள்
fat liquoring	-	கொழுப்புக் கலவையேற்றம்
feed additive	-	தீவனச் சேர்மம்
feedback	-	பின்னூட்டு
ferromagnetic material	-	அயக்காந்தப் பொருள்
fibre glass tank	-	நாரிழைக் கண்ணாடித் தொட்டி
fibre reinforced plastic	-	இழை வலிவூட்டப்பட்ட நெகிழி
fibrograph	-	இழை வரைவி
field operator	-	புலச் செயலி
filament	-	நீளிழை
filament yarn spinning	-	நீளிமை நூற்பு முறை
finer	-	நுண்ணிய
finess	-	நுண்ணம்
fin ray	-	துடுப்புக் கதிர்

fire boat	-	தீயணைப்பு உதவிப் படகு
fire box	-	நெருப்பறை
fire detector	-	தீக்காணி
fire pistol	-	தீக்கணைத் துப்பாக்கி
fixed expense	-	மாறாச் செலவு
fixture	-	பிடி
flaccidity	-	துவளுமை
flame	-	தீச்சுடர்
flame speed	-	சுடர் விரைவு
flash distillation	-	திடீர் வாலை வடித்தல் முறை
flash welding	-	தெறிசுடர்ப் பற்றவைப்பு
flaying	-	தோலை உரித்தல்
fleshing machine	-	தெள்ளுப்பூச்சி அரியும் கருவி
flexibility	-	நெகிழ்வு
flint	-	சிக்கிமுக்கிக்கல்
flip flop	-	இருநிலைச் சுற்று
floculation	-	திரள் நிலை
floor flaying	-	தரையில் அமர்த்தி உரித்தல்
flexbile expense	-	மாறும் செலவு
floked fabric	-	குஞ்ச வகை
flock	-	கந்தை இழை
flow diagram	-	நிகழ் நிரல் விளக்கப்படம்
flue gas	-	அனல் வளிமம்
fluffy	-	கூளமான
fluidised bed	-	பாய்மநிலைப் படுகை
fluoresence	-	உடனொளிர்வு
flourescent	-	ஒளிரும் பொருள்
fluted reamer	-	வரிப்பள்ளமிடப்பட்ட துளை கடைவான்
flux	-	பாயம்
flux field	-	பாய் புலம்
flux strength	-	பாய வலிமை
flyer	-	விரைவியங்கி
flying shuttle	-	பறக்கும் விரைநாடா
foaming agent	-	நுரைக்கும் காரணி
foam stabiliser	-	நுரை நிலைப்பி
fog nozzle	-	மூடுபனி மூக்குத்துளை

foil	-	மென்தகடு
follicle	-	திரள் கனி
food technology	-	உணவுத் தொழில்நுட்பம்
food pedal	-	மிதி கட்டை
forbidden transition	-	தடை செய்யப்பட்ட இடமாற்றம்
forceps	-	இடுக்கி
forecast	-	முன்னெச்சரிக்கை
forging	-	அடித்து உருவேற்றல்
forked end	-	முள்முனை
fossil	-	தொல்லுயிர்ப் படிவம்
free energy	-	கட்டிலா ஆற்றல்
free radical	-	தனித்தியங்கு உறுப்பு
frequency	-	அதிர்வெண்
frequency discriminator	-	அதிர்வெண் பின்னல் அவிழ்ப்பு
fructose	-	கனிச் சர்க்கரை
fulminant hepatic failure	-	கொள்ளை ஈரல் செயல் திறனிழப்பு
functional circuit	-	செயல் நிலைச் சுற்று
fungal spore	-	பூசணவித்து
fungus	-	பூசணக்காளான்
fur	-	குஞ்சத்துணி
babardine	-	பாவு வகை இருபடைத்துணி
galvanizing	-	துத்தநாகம் பூசுதல்
gambrel	-	தாங்கு தடி
gamete	-	இணைவி
gang drilling machine	-	கூட்டுத் தளை எந்திரம்
gear box	-	பற்சக்கரப் பெட்டி
generator	-	மின்னாக்கி
genital organ	-	இனப்பெருக்க உறுப்பு
genotype	-	ஜீன் ஆக்கம்
genotype	-	மரபு வழி
geo-centric	-	புவி மையத் தோற்ற முறை
geometric mean	-	பெருக்கிடை
geometric progression	-	பெருக்கு தொடர்
geotropism	-	புவி நாட்டத் திருப்பம்
ghost image	-	பன்மைப் பிம்பம்
gigging	-	மீன் குத்தல்

gill cleft	-	செவுள் பிளவு
glass transistion temperature	-	கண்ணாடி மாற்ற வெப்பநிலை
glazing	-	மெருகேற்றம்
glazing method	-	பளபளப்பாக்கும் செய்முறை
glue	-	கோந்து
gonad	-	இனச்செல் உறுப்பு
good conductor	-	நற்கடத்தி
grab method	-	பிடித்திழுக்கும் முறை
gradient method	-	படிச்சரிவு முறை
gradient theory	-	அச்சுக் செயல்வாட்டக் கொள்கை
grafting	-	ஒட்டுக் கட்டுதல்
grain	-	குருணை
gramophone	-	இசைத்தட்டுப் பெட்டி
granulomatous tissue	-	நுண்மணிப் புற்றுத் திசு
gravimetric	-	பகுப்பாய்வு
gravimetric method	-	எடையறி செயல்முறை
gripper	-	பிடிப்பி
grinding	-	அரவையிடல்
grinding wheel	-	சாணை எந்திரம்
groove	-	காடி
growth regulator	-	பயிர் வளர்ச்சி ஊக்கி
gyroscope	-	சுழல் காட்டி
hair follicle	-	மயிர் நுண்குமிழ்
harmonic progression	-	இசைத்தொடர்
hauks	-	சிட்டங்கள்
heart block	-	இதய அடைப்பு
heater	-	சூடாக்கி
heavy mineral	-	திண் கனிமம்
hedge	-	வரப்புத் தாவரம்
helical	-	எழுசுருள் முறை
helical gear	-	சுழல் பற்சக்கரம்
helical groove	-	திருகு சுழற்காடி
helix	-	திருகு சுழல்
helix angle	-	திருகு சுழல் கோணம்
hemp	-	கற்சணல்

hepato renal syndrome	-	ஈரல் சிறுநீரக நோயியம்
hepato toxicity	-	ஈரல் நச்சுமை
hepatotoxin	-	ஈரல் நச்சு
hermit crab	-	துறவி நண்டு
hernia	-	தொப்பூழ்க் குடல் பிதுக்கம்
heterolytic fission	-	குளிர் உறக்கம்
hide	-	முரட்டுத்தோல்
high audio frequency	-	உயர் பேச்சலை
histochemistry	-	செல் வேதியியல்
histogenesis	-	திசுத் தேற்றம்
histology	-	திசுவியல்
human resource engineering	-	மனித வளப் பொறியியல்
hoist flying	-	உயர்த்தி உரித்தல்
homogenising	-	ஓரினமாக்கல்
homolytic fission	-	சமவகைப் பிளவு
homozygous diploid	-	ஒத்த இருமயம்
honey comb lung	-	தேன் கூடு நுரையீரல்
horizon	-	எல்லைக்கோடு
horizontal septa	-	குறுக்குத் தடுக்கு
honey chamber	-	தேன் அறை
host	-	ஓம்புயிரி
hour circle	-	மணிவட்டம்
humidity	-	ஈரப்பதம்
hunter circuit	-	தேடும் சுற்று
hybrid	-	கலப்பின வடிவம்
hydraulic jack	-	நீரழுத்த உயர்த்தி
hydrolysis	-	நீராற்பகுப்பு
hydrophilic	-	நீர் கவரக்கூடிய
hydrophilic group	-	நீர் கவரும் தொகுதி
hydrotropism	-	ஈர நாட்டத் திருப்பம்
hyperbola	-	அதிபரவளையம்
hyperkalemia	-	மிகைப் பொட்டாசிய அளவு
hypermetropia	-	தூரப்பார்வை
hyperplastic	-	மீப்பெருக்கம்
hypersensitivity	-	நுண்ணிணக்கம்
hypnotic	-	தூயிலூட்டி

ice berg	-	பனிப்பாறை
iginition point	-	தீப்பற்றும் வெப்பநிலை
ignition switch	-	தீப்பற்றும் இணைப்பு
imago	-	முதிரி
imigration	-	உட்புகுதல்
impedance	-	மின்னெதிர்ப்பு
impeller	-	உந்தி
impression	-	படிவம்
impulse generator	-	தூண்டுகை ஆக்கி
incisor	-	வெட்டுப் பல்
incubation period	-	அடைக்காலம்
indexing head	-	திருப்பிக் கொடுக்கும் பிடி
indian standard time	-	இந்தியாவின் திட்ட நேரம்
indicator	-	குறியீடு
indirect expense	-	மறைமுகச் செலவு
inductance	-	மின் நிலைமம்
induction coil	-	தூண்டச் சுருள்
induction heating	-	தூண்டல் முறைச் சூடாக்கம்
induction motor	-	தூண்டல் மின்னோடி
inductometer	-	தூண்டளவி
inductor	-	தூண்டி
industrial engineering	-	தொழிலகப் பொறியியல்
industrial meterology	-	தொழிலக வானிலையியல்
industrial microbiolog	-	தொழிலக நுண்ணுயிரியல்
industrial truck	-	தொழிலகச் சுமை தள்ளு வண்டி
infectible centre	-	தொற்றல் மையம்
infectious disease	-	தொற்று நோய்
infection hypha	-	தொற்றும் இழை
input node	-	உள்ளீட்டுக் கனு
insulator	-	காப்பான்
integral calculus	-	தொகை நுண்கணிதம்
integral theorem	-	தொகைத் தேற்றம்
integrand	-	தொகையீட்டுச் சார்பு
integration	-	தொகையிடல்
intensity magnetisatio	-	காந்தமாக்கச் செறிவு
intenstifier tube	-	செறிவுபடுத்தும் குழாய்

inguinal canal	-	தொடைச்சந்துக் கால்வாய் வழி
inguinal swelling	-	தொடைச்சந்து வீக்கம்
integrating mode	-	தொகுப்பாக்க நிலையுறி
intensity rule	-	செறிவு விதி
interaction	-	இடையீடு, இடைவினை
intercom head set	-	பேச்சுத் தொடர்புக் கருவி
interlaced scanning	-	இடைப்பின்னல் வரியோட்டம்
intermediate value theorem	-	இடைமதிப்புத் தேற்றம்
intermetallic compound	-	உலோகச் சேர்மம்
internal strangulation	-	உட்புறக் குடல் நெறிப்பு
international date time	-	உலக நாள் வரை
intestinal obstruction	-	சிறுகுடல் அடைப்பு
intrinsic	-	உள்ளக
intirinsic parity	-	உள்ளார்ந்த ஒப்புமை
intrinsic semiconductor	-	உள்ளார்ந்த குறை கடத்தி
intrusive	-	பாறை நுழைவு
inverse function theory	-	எதிர்மறைச் சார்புத் தேற்றம்
inverter	-	மாறு திசையாக்கி
ion	-	அயனி
ion chamber	-	அயனிக் கலம்
ion implantation	-	அயனிச் செருகல்
ionic theory	-	அயனிக்கொள்கை
ionosphere	-	அயனிக் கோளம்
jack screw	-	தூக்கு திருகு
jet spray printing	-	தாரைத் தெளிப்பு வழி அச்சிடல்
junction isolation	-	சந்தித் தனியாக்கல்
keyboard layout	-	எழுத்துப் பலகை அமைவுப்படம்
kindling temperature	-	தீப்பற்றும் வெப்பநிலை
kink	-	இடை முறுக்கு
kips	-	நடுத்தரத் தோல்
knitting	-	பின்னல், பின்னல் வகை
kurtosis	-	தட்டை
lace	-	வார்ப் பின்னல் வகை
lag screw	-	உள்வரி திருகு
laryngeal obstraction	-	குரல்வளை அடைப்பு
larynx	-	குரல் வளை

latch needle	-	தாழ்ப்பாள் ஊசி
lathe	-	கடையும் எந்திரம்
lattice	-	அணிக்கோவை
latitude	-	அகலாங்கு
layering	-	பதியம்
leaching	-	கழுவிக் கரைத்தல்
leaf blight disease	-	இலைக்கருகல் நோய்
leaf curl	-	இலைச் சுருள்
leather backing	-	தாங்கித் தோல்
legume	-	வெடிகனி
lens	-	வில்லை
leuco cytosis	-	வெள்ளை அணுவேற்றம்
libra	-	துலாம்
ligament	-	நாண், இழை
light sensor	-	ஒளி உணரி
lime streak	-	சுண்ணக்கீற்று
line link	-	கம்பி இணைப்பு
line telemetry	-	கம்பித் தொலை அளவியல்
linkage	-	தொகுப்பு
linked character	-	பாலினத் தொகுப்புப் பண்பு
liguified gas	-	நீர்மமாக்கப்பட்ட வளிமம்
lithography	-	கல்லச்சு வரைமுறை
little leaf disease	-	சிற்றிலை நோய்
lubrication	-	உயவிடுதல்
lock jaw	-	தாடைப்பூட்டு
lock circuit	-	தவிர்ப்புச் சுற்று
lock stitch	-	பூட்டுத் தையல்
logic circuit	-	தருக்கச் சுற்று
logic gate	-	தருக்க வாயில்
lomentum	-	வெடிகனி
longitude	-	நெட்டாங்கு
longitudinal wave	-	நெட்டலை
long shot	-	தொலைவிலிருந்து படமெடுத்தல்
magic lantern	-	மாயவிளக்கு
magma	-	பாறைக் குழம்பு
magnetic declination	-	காந்த விலகு கோணம்

magnetic domain	-	காந்தத் தொகுதி
magnetic flux density	-	காந்தப் பாயச் செறிவு
magnetic moment	-	காந்தத் திருப்புத்திறன்
magnetic monopole	-	காந்த ஒருமுனை
magneto ignition	-	காந்த நிலைத் தீப்பற்று கருவி
maintenance ration	-	வாழ்வுத் தீவனம்
malignant	-	தொற்றும் கட்டி
mallet	-	மரச் சுத்தி
mandible	-	அரைவைத் தாடை
man-made fibre	-	தொகுப்பு இழை
manufacturing engineering	-	உற்பத்திப் பொறியியல்
mathematical expression	-	கணிதக் கோவை
mantle cavity	-	புறத்தோல் மடிப்புக் குழி
map projection	-	நிலப்பட வீழல்
marble	-	குறிப்பான்
mask	-	முகமூடி
masonry pillar	-	கல்தூண்
mass	-	நிறை
mass spectroscopy	-	நிறை நிரலியல்
mass transfer coefficient	-	நிறை மாற்றக் குணகம்
master template	-	படிவப் பலகை
matter	-	பருப்பொருள்
matrix circuit	-	அணியடுக்குச் சுற்று
maximum deviation	-	பெரும விலக்கம்
maximum permissible limit	-	பெரும அனுமதி வரம்பு
maximum tension	-	பெரும இழு விசை
maximum video frequency	-	பெரும படி அலைவெண்
mean free path	-	சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு
mechanical effciency	-	எந்திரவியல் திறன்
mechanics	-	இயக்கவியல்
medialis	-	உள்தசை
medium shot	-	நடுமைப் படமெடுத்தல்
memory amplifier	-	நினைவு மிகைப்பி
memory tube	-	நினைவுக் குழல்
mercerisation	-	கார வினையாக்கம் செய்தல்
meridian	-	உச்சி வட்டம்

mesentery	-	குடல் சவ்வு
mesophyll	-	இடைத்திசு
mesothorax	-	நடு மார்புக் கண்டம்
mesozoic era	-	இடைக்கால விலங்கு யுகம்
metabolic aberration	-	வளர்சிதை மாற்றத்திரிபு
metabolism	-	ஆக்கச் சிதை மாற்றம்
metamorphism	-	பாறை மாற்றம்
metamorphosis	-	வளர்வுரு மாற்றங்கள்
metaplasia	-	மாற்றுப் பெருக்கம்
metathorax	-	பின் மார்புக் கண்டம்
micro computer	-	நுண்கணிப்பொறி
micrometer	-	நுண்ணளவி
microprocessor	-	நுண்ணியக்கி
microprocessor control	-	நுண்ணியக்கிக் கட்டுப்பாடு
micropropagation	-	நுண்பெருக்கம்
microvesicular steatosis	-	நுண்குமிழ்க் கொழுப்பு நிலை
migration	-	இடப்பெயர்ச்சி
mike	-	ஒலிவாங்கி
milling machine	-	துருவல் எந்திரம்
mink	-	காட்டுக்கீரி
mining method	-	சுரங்க முறை
mining pit	-	சுரங்கக் குழி
mirror image	-	ஆடிப் பிம்பம்
missile	-	ஏவுகணை
modulation standard	-	குறிப்பேற்றச் செந்தரம்
modulation technique	-	அலைப் பண்பேற்ற உத்தி
modulator	-	பண்பேற்றி
modulus of elasticity	-	நீட்சிமை எண்
modulus of resilience	-	தொய்வு திறன் எண்
moireing	-	அலையமைவு
moment	-	திருப்புத் திறன்
momentum space	-	உந்தவெளி
monomer	-	ஒருறுப்பி வடிவம்
monorial	-	தொங்கு தொடர் வண்டி
mood	-	மனநிலை

mordant	-	நிறம் நிறுத்திச் சாயப் பொருள்
morphology	-	உருவவியல்
mosaic disease	-	தேமல் நோய்
motor	-	மின்னோடி
motor effect	-	மின்னோடி விளைவு
mule	-	நூற்புக் குதிரை
multicomponent	-	பன்மைக் கூற்று
multiplexing	-	பண்முகப்பாடு, பின்னல் வகை
mumps	-	தாளம்மை
mushroom	-	காளான்
musk rat	-	நீரெலி
mutation	-	திடீர் மாற்றம்
mycotoxin	-	பூசணக் காளான்
myocarditis	-	இதயத் தசை அழற்சி
napping	-	சுரண்டி இழுத்தல்
narcotic analgesic	-	துயிலூட்டி வலிநீக்கி
natural selection	-	இயற்கைத் தேர்வு
navigation engineering	-	கடல் நாவாய்ப் பொறியியல்
navigation satellite	-	கடல் வழி நடத்துந் துணைக்கோள்
needle punching	-	ஊசி குத்தும் முறை
nematocyst	-	கொட்டும் செல்
network	-	வலையமைவு
network diagram	-	செயலிணைப்புப் படம்
neutral current	-	நடுநிலை மின்னோட்டம்
neutral density filter	-	நடுநிலை அடர்த்தி வடிகட்டி
neutral particle detector	-	நடுநிலை மின் துகள்காணி
neutralising agent	-	நடுநிலைப்படுத்தும் காரணி
neutralizer	-	நடுநிலையாக்கி
neutron activation	-	நியூட்ரான் தூண்டல்
nictitating membrane	-	கண்களைக் காக்கும் சவ்வுமூடி
non-inductive	-	தூண்டமற்ற
non polar	-	முனைவிலா
nostril	-	மூக்குத் துளை
nozzle	-	கூர்நுனிக் குழாய்
nuclear engineering	-	அணுக்கருப் பொறியியல்
nut	-	மரை

oar fish	-	துடுப்பு மீன்
oceanic satellite	-	கடலாய்வுத் துணைக்கோள்
odd function	-	ஒற்றைப்படைச் சார்பு
odd parity	-	ஒற்றைப்படை ஒப்புமை
oligomer	-	பல்லுறுப்பி
on-off switch	-	இயக்க நிறுத்து இணைப்பு மாற்றி
operational problem	-	நடைமுறைச் சிக்கல்
opacity	-	ஒளிப்புகவிடா இயல்பு
open cast mining	-	திறந்தவெளிச் சுரங்கம்
open loop	-	திறந்த கண்ணி
opthalmoscope	-	கண்ணுள் நோக்கும் கருவி
oral incubation	-	வாய்பழி அடைகாத்தல்
oriental rug	-	கீழ்த்திசைத் துப்பட்டி
origin	-	ஆதி
orthotropic	-	குறுக்குவாட்டுச் சமச்சீர்மை
overall efficiency	-	தொகுதிப்பயன் திறன்
overhead line	-	தலைமிசைக் கம்பி
overhead tank	-	மேல்நிலைத் தொட்டி
over stock	-	மிகை இருப்புச் சரக்கு
ovi positor	-	முட்டையிடும் நீள்பை
oxidation pond	-	ஆக்சிஜனேற்றக் குட்டை
pace maker	-	இதயத்துடிப்பாக்கி
packaging machine	-	மூட்டமைப்புப் பொறி
pad - dry - cure	-	ஒற்றி-உலர்த்தி-பதனிடல்
paleobotany	-	தொல் தாவரவியல்
paleoeclaimatology	-	தொல் வெப்பநிலையியல்
paleoecology	-	தொல் சூழ்நிலையியல்
paleogeography	-	தொல் புவியியல்
paleogeology	-	தொல் நிலவியல்
paleomagnetism	-	தொல் காந்தவியல்
paleonotology	-	தொல்லுயிரியல்
paleozoic era	-	தொல்லுயிருழி
pallets	-	சக்கர இயக்கும் பொறி
panel system	-	பலகை அமைப்பு
panning	-	சுழல் படப்பிடிப்பு
pantograph	-	இணைகரப் பெருக்கி

paper tape reader	-	நாடாத்தாள் படிப்பொறி
paper type perforator	-	நாடாத் தாள் துளையாக்கி
parabola	-	பரவளையம்
parallelogram law	-	இணைகர விதி
paramagnetic material	-	காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்
paramedics	-	மருத்துவ நிகர் மனைகள்
parametric equation	-	துணையலகு சமன்பாடு
parchment	-	தோல் காகிதம்
parthenocarpy	-	கருவுறாக் கனியாதல்
parthenogenesis	-	கன்னி இனப் பெருக்கம்
particle detector	-	துகள் காணி
particle track etching	-	துகள் தடப்பொறிப்பு
pasting	-	ஒட்டி உலர்த்தல்
patent	-	காப்புரிமை
pectoral girdle	-	தோள் துடுப்பு
pelvic fin	-	இடுப்புத் தடுப்பு
periportal necrosis	-	சுற்றுவாய் நசிவு
peritoneum	-	உதர உறை
peritonitis	-	உதரவிதான அழற்சி
permeability	-	புரைமை
permeability of empty	-	வெற்றிட உட்புகுதிறன்
perspective	-	காட்சியுணர்வு
phase	-	கட்டம்
phase velocity	-	தறுவாய்த் திசைவேகம்
phenotype	-	தோற்ற அமைப்பு
phenotypic character	-	புற ஆக்கப் பண்பு
phenotype ratio	-	புறத்தோற்ற விகிதம்
phloem	-	சல்லடைக் குழாய்த் திசு
photocell tape recorder	-	ஒளி மின்கல நாடாப் படிப்பி
photochemical reaction	-	ஒளிவேதி வினை
photo composition	-	ஒளிக்கலப்புக் கருவி
photo electric cell	-	ஒளிமின்கலம்
photo etching, photo engraving	-	ஒளி செதுக்கல்
photographic emulsion	-	ஒளி உணர்ப் பசைப் படலம்
photographic film	-	ஒளிப்படப் படலம்
photolithograph	-	ஒளியச்சு வரை செயல்முறை

photomicrograph	-	ஒளி நுண்வரைப்படம்
photomultiplier	-	ஒளிபன்மடங்காக்கி
photoprinting	-	ஒளிவழி அச்சிடல்
photosenstive	-	ஒளி உணர் திறன்
photon	-	ஒளித் துகள்
photo sensing device	-	ஒளி உணர் கருவி
phototropism	-	ஒளி நாட்டத் திருப்பம்
phyllode	-	காம்பிலை
physiology	-	செயலியல்
piching	-	நாடாச் செலுத்துதல்
picture scan	-	பட அலகீடு
pigeon pea	-	புறாப் பட்டாணி
pile fabric	-	அடுக்குத் துணி
pilling test	-	குளிக்க ஆய்வு
pilot	-	வழிகாட்டி
pinion	-	பல்சக்கரம்
pipe organ	-	குழாய் வகை இசைக்கருவி
piston	-	அமுந்துருள்
pitch	-	புரியிடைத்தொலைவு
plane	-	தளம்
plankton	-	மிதவை உயிரி
planning machine	-	பேரிழைப்பு எந்திரம்
plastic	-	நெகிழி
plastic surgery	-	ஒட்டு அறுவை
plasticity	-	நெகிழ்வு
plate load	-	தட்டுசார் சுமை
plate voltage	-	தகட்டு மின்னழுத்தம்
pointer	-	குறிமுள்
	-	
polar cap	-	துருவ முகடு
polar coordinate	-	கோணத் தொலைவு ஆயம்
polarisation	-	தள விளைவு
polar organism	-	துருவ உயிரி
polarity	-	முனையம்
polarity epoch	-	முனைமாற்ற ஊழி

polymerisation	-	பல்லுறுப்பாக்கம்
polymer	-	பல்லுறுப்பி
polynomial	-	அடுக்குக் கோவை
polynomial equation	-	பல்லுறுப்புச் சமன்பாடு
population ecology	-	மக்கட் தொகைச் சூழலியல்
population density	-	மக்கட் தொகை அடர்த்தி
population dispersal	-	மக்கட் தொகைச் சிதறல்
population genetics	-	மக்கட் தொகை மரபியல்
porosity	-	நுண்துளைமை
position sensitive detective	-	உணர்வுறு துகள் காணி
positive	-	நேர்
positive gear drive	-	நேர் பல் இயக்கம்
post tanning operation	-	பின் பதனிடு நிகழ்ச்சி
powder	-	பொடி
power	-	திறன்
power factor	-	திறன் கூறு
power gain	-	திறன் பெருக்கம்
power saw	-	திறன் மிகு ரம்பம்
procession	-	அச்சுச் சுழற்சி
procussor	-	முன்னோடி
predatory	-	பிற உயிரினங்களைக் கொன்றுண்ணி
pre emphasis	-	முன் வலியூட்டல்
press fit connector	-	அழுந்து பொருத்து இணைப்பி
pressure work	-	அழுத்த வேலை
pre-stressed concrete	-	முன் தகைவுற்ற கற்காரை
prilling	-	திவலையாக்கல்
primary union	-	முதற் சேர்க்கை
primitive triangle	-	மூல முக்கோணம்
probability theory	-	நிகழ்தகவுக் கொள்கை
production cost	-	உற்பத்தி அடக்கவிலை
production ration	-	உற்பத்தித் தீவனம்
program	-	திட்டம்
programming	-	வழியமைப்பு
progressive scanning	-	முன்னேறு வரிக்கண்ணோட்டம்
prokaryotes	-	தொல் உட்கரு உள்ளவை
propeller	-	சுழல் விசிறி, செலுத்தி

proportional counter	-	விகித எண்ணி
protaspis	-	வெளிவந்த குஞ்சு
proterozioc era	-	எளிய அமைப்புடைய விலங்குகளின் யுகம்
prothorax	-	முன்மார்புக் கண்டம்
protozoa	-	முன்னுயிரி
pseudocrap	-	போலிக்கனி
pulley	-	உருளை
pulsar	-	துடிப்பு விண்மீன்
pulsating period	-	துடிப்பான நேரம்
pulse	-	துடிப்பு
pulse amplitude modulation	-	துடிப்பலை வீச்சுப் பண்பேற்றம்
pulse detector	-	துடிப்பலைத் துகள்காணி
pulse generator	-	துடிப்பு அலையாக்கி
pulvinus	-	இலையடி முண்டு
punched tape	-	துளையிட்ட நாடா
punching	-	அழுக்கித் துளைத்தல்
pupa	-	கூட்டுப் புழு
quadriceps	-	நான்கு தலைத் தசை
quadrupole deformation	-	நான்முனை உருத்திரிபு
queen excluded sheet	-	இராணித் தடைத் தகடு
quiled fabrics	-	இணைந்த பஞ்சுறை வகை
raceme	-	மஞ்சரி
radial drilling machine	-	ஆரத் துளை எந்திரம்
radiated power	-	கதிர்வீச்சுத் திறன்
rain tree	-	மழை மரம்
range	-	எல்லை
range finder	-	எல்லைக் காணி
ranikhet disease	-	குருதிக்கழிச்சல் நோய்
reading	-	காட்சிப் பதிவு
reamer	-	துளை கடைவான்
reciprocal cross	-	மாற்றுக் கலவி
recovery time	-	மீட்புக் காலம்
rectal artesia	-	துளையற்ற நிலை
rectifier	-	திருத்தி
recycle	-	மறு சுழற்சி
reinforcement	-	வலிவூட்டல்

revaluation	-	மறுமதிப்பீடு
refractive error	-	கதிர் விலக்க வழு
refractive index	-	ஒளி விலகல் எண்
register circuit	-	பதிவுச் சுற்று
reinforced concrete	-	வலிவூட்டிய கற்காரை
relative permeability	-	சார்பு உட்புகுதிறன்
repeater	-	மறு ஒலிப்பு
resilience	-	வில்லுமை
resistance	-	தடை
resistivity	-	தடைத்திறன்
resolving power	-	பகுத்துணர் திறன்
resolving time	-	பகுத்துணர் காலம்
resonance	-	ஒத்ததிர்வு
respirator	-	சுவாசக் கருவி
respiratory tract	-	சுவாசப் பாதை
restlessness	-	அமைதியற்ற நிலை
resultant torque	-	தொகுபயன் திருக்கம்
reticulus endothelial system	-	நுண்வலை உள்தோல் மண்டலம்
retanning	-	மறுபதனிடல்
reverse bias	-	தலைகீழ்ச் சார்பு
reverse current	-	திசை மின்னோட்டம்
rheumetoid arthritis	-	முடக்குவாத வீக்கம்
rhizome	-	தரைமட்டக் கிழங்கு
rib frame	-	விலாச் சட்டம்
ridge	-	இடை வரம்பு
right handed screw	-	வலம்புரித்திருகு
rinder pest	-	வெக்கை நோய்
ring spot	-	வளைப்புள்ளி
ring traveller method	-	வளையம் இயக்கி நூற்பு முறை
ripple	-	சிற்றலை
rivet	-	தரையாணி
roller printing	-	உருளை வழி அச்சிடல்
rolling	-	உருட்டுதல்
root mean square	-	இருமடியின் வர்க்க மூலம்
root rot	-	வேரழுகல்
rotating field power factor meter	-	சுழல் புலத்திறன் கூறு அளவி

rotor arm	-	சுழல் பிடி
rotor spinning	-	சுழல் நூற்பு
roving	-	பஞ்சுத் திரி
rudder	-	திசை திருப்பி
rust disease	-	துரு நோய்
saddle point	-	தொய்வு புள்ளி
salt curing	-	உப்பிட்டுப்பதப்படுத்துதல்
sanitary engineering	-	துப்புரவுப் பொறியியல்
saturation	-	தெவிட்டல்
saturation current	-	தெவிட்டல் மின்னோட்டம்
saturation reactor	-	தெவிட்டல் எதிர்வினைப்பி
saturated salt solution	-	தெவிட்டிய உப்புக் கரைசல்
saxony wheel	-	சாக்சனி சக்கரம்
scalar	-	திசையிலி
scale	-	செதிள்
scanning standard	-	அலகீட்டுச் செந்தரம்
scanning standard	-	வரிக்கண்ணோட்டப் படித்தரம்
scapula	-	தோள்பட்டை எலும்பு
scar	-	வடு
schematic drawing	-	திட்ட வரைபடம்
scorpion fish	-	தேள் மீன்
scrambling	-	சைகை கிளறல்
screen printing	-	சல்லடை அச்சிடல், திரை அச்சு முறை
screw jack	-	திருகு உயர்த்தி
sea anemone	-	கடற்சாமந்தி
search coil	-	துருவு சுருள்
sebacious gland	-	தோல் மெழுகு சுரப்பி
sedative	-	அமைதி ஊக்கி
seizure-mode	-	பற்றுகை முறை
selection rule	-	தேர்வு விதி
semiconductor detector	-	குறைகடத்தித் துகள் காணி
sense organ	-	உணர் உறுப்பு
sensory filament	-	தொடு உணர் இழை
sepal	-	பூவிதழ்
sequencer	-	வரிசைப்படுத்தி
sequential circuit	-	தொடரியல் சுற்று

sensitivity	-	உணர்வு நுட்பம்
series inductance	-	தொடர் மின்தூண்டம்
serigraphy	-	நுண் கலையியல்
serrulate	-	ரம்பப்பல் போல
servomechanism	-	கட்டுப்பாட்டுக் கருவியமைப்பு
setting out	-	சுருக்கம் நீக்கல்
settling velocity	-	படிவுத் திசைவேகம்
sex chromosome	-	பாலினக் குரோமோசோம்
shank	-	அடிப்பகுதி
shaft	-	தண்டு
shear	-	துணிப்பு
shearing	-	துணித்தல்,நறுக்குதல்
shearling	-	குறை கத்திரித் தோல்
sheath	-	உறை
sheer	-	லேசான துணி
sheen rug	-	பளபளக்கும் துப்பட்டி
shellac	-	அரக்கு
ship worm	-	கப்பற்புழு
shoulder	-	தோள்
shovel	-	அகழ்வாரி எந்திரம், வாளி,மண்வாரி
shurt capacitance	-	இணை மின் தேக்குந்திறன்
sigmoidoscopy	-	நெளி குடல் உள்நோக்கி
signal acquistition	-	சமிக்ஞை பெறுதல்
signal condition	-	சமிக்ஞை பதப்படுத்தி
single fruit	-	தனிக்கனி
single phase	-	ஒரே நிலை
sintering	-	சிட்டங்கட்டல்
sinusoidal	-	சைன் வளைவு வடிவ
siphon	-	நீர்செல் குழாய்
skein	-	சிட்டம்
skewness	-	கோட்டம்
skile	-	சறுக்கு சக்கரம்
skin	-	தோல்
skin tuberculosis	-	தோல் காச நோய்
	-	
	-	

sledge hammer - பளுவான சம்மட்டி
sling bar - தொங்கு கம்பி
slip resistance - நூல் பிறழாமை
sliver - புரி
slot - இடைவெளி
self-tapping screw - தன்புரியிடும் திருகு
slow combustion - மெதுவான கனற்சி
slubbling - முடிச்சு
smoke detector - புகை காணி
smoker - புகைப்பி
sol - கரைசால்
solar wind - சூரியக் காற்று
solenoid - வரிச்சுருள்
solid state physics - திண்ம நிலை இயற்பியல்
soft rot - மென்மையழுகல்
sore mouth - வாய்ப்புண்
sound engineer - ஒலியமைப்புப் பொறியாளர்
sound standard - ஒலிச் செந்தரம்
southern cross - தென் சிலுவை
space - வெளி
spark chamber - பொறிக் கலம்
spark plug - மின்பொறி செருகி
spasm - தசைச் சரிப்பு
specification - தரக்குறிப்பு
specific heat - தன்வெப்ப எண்
sperm - விந்தணு
sphere - கோளம்
spindle - சுழல் தண்டு
spine - முன்நீட்சி
spinneret - நுண்துளை முகப்பு
spinning jenny - நூற்பு ராட்டினம்
spinning mule - நூற்புக்குதிரை
spinning wheel - நூற்புச் சக்கரம்
spiral part - சுருள் பகுதி
spline - காடி
spring - சுருள்வில்

sprocket wheel - சங்கிலிச் சக்கரம்
spontaneous combustion - தன்னகச் கனற்சி
spool - கண்டு
spot welding - புள்ளிப் பற்றவைப்பு
spray drying - தூவி உலர்த்துதல்
sprout - தானிய முறை
squating technique - வடிவொழுங்கு வழிமுறை
standard time - திட்ட நேரம்
stainless steel - துருப்பிடிக்காத எ∴கு
stair step curve - மாடிப்படி வளை கோடு
staple fibre yarn - சிற்றிழை வகை நூல்
steel colum - எ∴கு வெட்டுத் தூண்
step function - படிநிலைச் சார்பு
sterility - மலட்டுத்தன்மை
sting - கொடுக்கு
sting ray - கொட்டும் திருக்கை
stitch bonding - தையல் வழி ஒட்டுவிப்பு முறை
stitching cam - தையல் திரிமுனை
strian energy - திரிபு ஆற்றல்
stra··tigraphy - பாறை அடுக்கு வரைவியல்
strangulated hernia - நெருக்கப்பட்ட பிதுக்கம்
stress - அழுத்தத்தகைவு
stretched yarn - நீட்சி நூல்
strain - திரிபு
strain gauge - திரிபளவி
strip mining - பட்டைச்சுரங்க முறை
stripping ratio - மேல்மண் நீக்க விகிதம்
stoichoimetry - விகிதவியல்
stone fish - கல்மீன்
storage battery - தேக்க மின்கல அடுக்கு
storage cell - சேமிபபுக் கலம்
storage tank - தேக்கத் தொட்டி
storm warning - புயல் எச்சரிக்கை
studio announcing system - கலையரங்கத் தெரிவிப்பு அமைப்பு
stuffing - திணித்தல்
stuffing box - திணிப்பெட்டி

sub oesophageal ganglia	-	உணவுக்குழாய்க் கீழ் நரம்புச் செல்திரள்
subgraph	-	துணை வரைபடம்
subjective test	-	ஆய்வாளர் சார்பு ஆய்வு
substorm	-	துணைப்புயல்
succulent fodder	-	காற்றுச் செறிவான தீவனம்
summation	-	கூட்டல்
supernova	-	சிதைவுறு விண்மீன்
supervision	-	கண்காணித்தல்
support breacket	-	தாங்கு கட்டை
supporting jack	-	தாங்கு உயர்த்தி
supplementary feed	-	துணை உணவுப் பொருள்
suppurative cholangitis	-	பித்த நாளச் சீழ்நிலை
surface active agent	-	ஈர்ப்பு இறக்கி
surfactant	-	புறப்பரப்புச் செயலி
surface fatigue	-	பரப்பு அயர்வு தேய்மானம்
surveillance	-	கண்காணிப்பு
synerisis	-	திண்மக்கூழ் நீர்மக் கசிவுறல்
syndet	-	பரப்புச் செயலி
syndrome	-	நோயியம்
syntans	-	தொகுப்பு வழிப் பதனப் பொருள்கள்
systolic blood pressure	-	இதயச் சுருங்கல் அழுத்தம்
swelling	-	பருத்தல்
switch	-	தொடர்பு மாற்றி
switching system	-	தொடர்பு மாற்ற அமைப்பு
switching theory	-	தொடர்பு மாற்றக் கோட்பாடு
swivel head	-	அடித்திரும்பு தளம்
tablet	-	வில்லை
tacking	-	ஆணி அடித்தல்
tactile characteristics	-	தொடுகைப் பண்பு
tail fin	-	வால் துடுப்பு
tangent	-	தொடுகோடு
tangling	-	சிடுக்காதல் தன்மை
tank circuit	-	விரைப் புற அழற்சி
topset rug	-	சித்திரத் தொங்கல் துப்பட்டி
tapped hole	-	புரியிட்ட துளை
tapping	-	உள் மரையிடல்

technology	-	தொழில் நுட்பம்
telecast	-	தொலைக்காட்சிப் பரப்பல்
telegraphy	-	தொலை வரியியல்
telephone service	-	தொலைபேசிச் சேவை
telephone signalling	-	தொலைபேசிக்குறிப்பனுப்பல்
telephony	-	தொலைபேசியியல்
teleprinter	-	தொலை அச்சுக் கருவி
tele typewriter	-	தொலை தட்டச்சுக் கருவி
television network	-	தொலைக்காட்சிக் கட்டுமான அமைப்பு
television scanning	-	தொலைக்காட்சி வரிக் கண்ணோட்டம்
television studio	-	காட்சித் தொலைபேசி
tectonism	-	நில அலைவு
telecast	-	தொலைக் காட்சி அலைப்பரப்பி
telecommunication	-	தொலை தகவல் தொடர்பு
telemetry	-	தொலை அளவியல்
telephotography	-	தொலை ஒளிப்படவியல்
tele photo lens	-	தொலை ஒளி வில்லை
tele typesetter	-	தொலை அச்சமைப்பி
television	-	தொலைக்காட்சி
television receiver	-	தொலைக்காட்சி அலையேற்றி
telex	-	தொலை அச்சு
telson	-	இறுதிக் கண்டம்
temperature gradient	-	வெப்பநிலைச் சரிவு
tempering	-	தோய்த்தல்
template	-	ஆகுப்பலகை
tenacity	-	விகுவுத்தன்மை
tensile stress	-	இழுவை அழுத்தத்திறன்
teratoma	-	பூதப்புற்று
terminal bud	-	நுனி மொட்டு
terrestrial equator	-	புவி நடுவரை
test dose	-	சோதனை அளவு மருந்து
testicular atropy	-	விரை தேய்வு
tetrahedron	-	நான்முகத் திண்மம்
texture	-	நூல் யாப்பு
textured yarn	-	யாப்பு நூல்
theodolite	-	தளமட்டக் கோண அளவி

thermal analysis	-	வெப்பப் பகுப்பாய்வு
thermal insulation value	-	வெப்பக் காப்பீட்டு மதிப்பு
thermostats	-	வெப்பநிலைக் காப்பான்
thin film	-	மென்படலம்
thrips	-	செடியரிக்கும் பூச்சி
thread count	-	இழைச் சிணுக்கு எண்
thyroid cartilage	-	தைராய்டு குருத்தெலும்பு
thyrsus	-	சிறப்பு மஞ்சரி
tie dyeing	-	முடிச்சுச் சாயமிடல்
tilling	-	நிமிர்த்தல்
time controlled system	-	நேரக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு
timing detector	-	காலமறி துகள் காணி
timing device	-	நேரக் கணிப்புக் கருவி
tinder	-	தீப்பற்றும் கற்றை
tissue culture	-	திசு வளர்ப்பு
titrimetric	-	நடு நிலையாக்கல்
toggling	-	கௌவுதல்
toroid	-	சுருள்
tonsil	-	தொண்டை முனை
torque	-	திருக்கம்
torsion	-	முறுக்கு
total angular momentum	-	கூடுதல் கோண உந்தம்
tracer	-	படிவக்கோல்
track detector	-	தடங்காணி
track etching detector	-	அரிப்புத் தடமறி துகள்காணி
track imaging detector	-	வழித்தட முப்பரிமாணத் துகள் காணி
transverse wave	-	குறுக்கலை
transit time	-	அடிவாய்க் கடக்கும் நேரம்
trnasplantation of tissus	-	திசு ஒட்டு மருத்துவம்
transducer	-	ஆற்றல் மாற்றி
transfer printing	-	பெயர்ச்சி அச்சிடல் முறை
transient voltage	-	கனமாறி மின்னழுத்தம்
transistor	-	திரிதடையம்
translating circuit	-	மொழிப் பெயர்ப்புக் சுற்று
traveller	-	உலோகப் பிடிப்பி
trickling filler	-	சொட்டும் வடிகட்டி

triode	-	மும்முனையம்
triple point	-	மும்மை நிலை
truck shot	-	வண்டிப் படப்பிடிப்பு
true fruit	-	உண்மைக் கனி
trunk link	-	இணைப்பக இணைப்பு
tunnel	-	சுரங்கம்
tune	-	சுரம்
turnbuckle	-	திருகு கொக்கி
twice	-	இருபடை
twining plane	-	இரட்டைச் சமதளம்
twist	-	முறுக்கல்
twistless spinning	-	திரிப்பில்லா நூற்பு
umbilical hernia	-	தொப்புழ்க் குடல் பிதுக்கம்
urderground mining	-	குடைந்தெடுக்கும் சுரங்கம்
underground tank	-	புதைந்த தேக்கத் தொட்டி
uniform continuity	-	சீரான தொடர்ச்சி
unit cell	-	அலகு கொள்ளளவு
unit matrix	-	ஓர் அலகு அணி
unit resilience	-	ஓரலகு தொய்வு திறன்
unit vector	-	அலகு திசையன்
urticaria	-	தோல் தடிமம்
vacuum drying	-	வெற்றிட உலர்த்தல்
valence band	-	அணுவுறை பட்டை
valve	-	தடுக்கிதழ்
variable	-	மாறி
vaccination	-	அம்மை குத்தல்
varicose vein	-	விரிபெருக்க நாளம்
vascular disorder	-	குழல் மய தடுமாற்றம்
vascular reflex	-	குருதிக்குழாய் அனிச்சை
velocity	-	திசைவேகம்
vibroscope	-	அதிர்வு நோக்கி
video signal	-	காட்சிப் படச் சைகை
video tape recorder	-	ஒளி நாடாப் பதிவுக் கருவி
video telephone	-	காட்சித் தொலைபேசி
videotex	-	வீடியோ எழுத்து
vinegar	-	காடி

voltage	-	மின்னழுத்தம்
volume	-	கன அளவு
vaccum cleaner	-	தூய்மையாக்கி
volvulus	-	குடல் திருகல்
vortex spinning	-	சுழிப்பு நூற்பு
vapour-phase deposition	-	வளிம-நிலைமம் படிய வைத்தல்
vector	-	திசையன்
vector addition	-	திசையன் கூட்டல்
vector analysis	-	திசையன் பகுப்பாய்வு
vector line integral	-	திசையன் வளைவரை தொகை
vector subtraction	-	திசையன் கழித்தல்
vector volume integral	-	திசையன் கன அளவுத்தொகை
vein clearing	-	நரம்பு வெளுத்தல்
velocity	-	திசைவேகம்
ventral fin	-	கீழ்த் துடுப்பு
vertical column	-	செங்குத்து அணி வரிசை
vesicle	-	சவ்வுப் பை
vibrating needle arm	-	அதிர்வு ஊசிப் புயம்
vibrational motion	-	அதிர்வு இயக்கம்
viral hepatitis	-	நச்சுயிர் அழற்சி
volatile	-	ஆவியாகும் பொருள்
volumetric efficiency	-	கொள்ளளவுத் திறன்
warp printing	-	பாவு நூல் அச்சிடல்
wart	-	பாலுண்ணி
washer	-	அடைவளையம்
washer	-	துளைத்தகடு
water-fabric relation	-	நீர்-துணித் தொடர்பு
water proof	-	நீரைப் புகவிடாது தடுக்கும் தடை
water repellant	-	நீரை விலக்கும் தன்மை
wave form	-	அலையமைப்பு
wave form monitor	-	அலை வடிவக் கட்டுப்படுத்தி
wave guide	-	அலை வழிகாட்டி
wave packet	-	அலைப் பொட்டலம்
wave vector	-	அலைத்திசையன்
wear-out mode	-	தேய்மானமற்ற முறை இழப்பு
weather influence	-	வானிலைத் தாக்கம்

weather report	-	வானிலை அறிக்கை
weather satellite	-	வானிலையாய்வுத் துணைக்கோள்
weighting	-	எடையேற்றம், பளுவேற்றம்
welding	-	பற்றுவைப்பு
wet spinning	-	ஈர நூற்பு முறை
wetting agent	-	நனைப்பூக்கி, நனைக்கும் காரணி
wilt	-	வாடல்
wide angle len	-	அகலக் கோண வில்லை
wooden tongue	-	மர நாக்கு
wool fat	-	கம்பளிக் கொழுப்பு
work function	-	பணிச் சார்பு
working force	-	செயல்படு விசை
worm gear	-	புழுப் பற்சக்கரத் தொகுதி
worsted wool	-	மணிக்கம்பளி
wrench	-	திருகு குறடு
xylem	-	கட்டைத்திசு
yarn	-	நூல்
yarn count	-	நூல் சிணுக்கெண்
yarn test	-	நூல் ஆய்வு
yellow mosaic	-	மஞ்சள் தேமல்
yield point	-	இளகு நிலைப் புள்ளி
zinc-copper couple	-	துத்தநாக-தாமிர இரட்டை
zinc dust	-	துத்தநாகக் கசடு
zone refining	-	மண்டலத் தூய்மிப்பு
zoning	-	மண்டலச் சீராக்கல்
zoom shot	-	ஏறுபடப்பிடிப்பு
zygote	-	கருமுட்டை

hemamala - akaram